# 차 례

# 머 리 말

위대한 령도자 **김정일**원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《화학은 중요한 기초과학의 하나입니다. 화학은 자연을 개조하여 물질적부를 더 많이 만들어내는데서 중요한 작용을 합니다. 화학을 발전시켜야 우리 나라에 없는것은 있게 하고 모자라는것은 넉넉하게 할수 있습니다.》

경애하는 장군님께서 밝혀주신바와 같이 화학은 중요한 기초과학의 하나이다. 화학은 물질을 이루고있는 재료인 화학원소와 그것이 만드는 단순물과 화합물들을 연구하는 과학으로서 자연계에 없는 물질은 새로 만들어내기도 하고 우리에게 모자라는 물질은 넉넉하게 하여준다.

화학을 연구하고 그 힘을 리용하여 사람들은 입고 먹고 쓰고 사는데 필요한 여러가지 물질들을 해결하고있다.

물과 공기를 비롯하여 석탄, 석유, 소금과 같은것은 자연계에서 얻을수 있지만 그것만 가지고서는 사람들이 입고 먹고 쓰고 사는데 필요한 물질을 다 충족시키지 못한다. 그러므로 사람들은 화학의 힘을 리용한다.

화학의 힘을 리용하면 자연계에서는 얻을수 없는 비날론, 염화비닐, 종이, 세멘트, 유리, 철, 화약 등을 비롯한 여러가지 물질들을 마음먹은대로 만들어낼수 있으며 우리 생활을 더욱더 풍족하게 할수 있다.

화학의 힘을 더 잘 리용하여 우리 나라를 세상에서 으뜸가는 사회주의강성대국으로 건설하는데 이바지하자면 화학학습을 잘하여 화학에 대한 깊은 지식을 가지고있어야 한다.

이 참고서는 중학교를 졸업하는 학생들에게 중등교육단계에서 배운 화학지식을 종합체계화하여줄 목적으로 집필하였다.

# 제1장. 화학의 기초개념

## 1. 물질을 이루는 알갱이

### 1) 물질은 어떤 알갱이들로 이루어져있는가

눈으로 보면 모든 물질은 빈틈이 없이 빽빽이 이어붙은것으로 보이지만 전자현미경으로 보면 작은 알갱이들로 이루어져있다.

물질은 작은 알갱이들인 분자나 원자 혹은 이온으로 이루어져있다.

① 물질들가운데서 분자로 이루어져있는것이 많다.

례를 들어 기체인 산소($O_2$)와 질소($N_2$), 수소($H_2$)와 탄산가스($CO_2$) 그리고 액체인 물($H_2O$)과 벤졸($C_6H_6$), 고체인 포도당($C_6H_{12}O_6$)과 사탕($C_{12}H_{22}O_{11}$) 등과 그밖의 모든 유기화합물들은 분자로 이루어진 물질이다.

② 물질들가운데는 한가지 원자들로 이루어진것도 많다.

례를 들어 비금속들인 금강석과 흑연(C), 류황(S)과 린(P), 규소(Si) 그리고 철(Fe)과 동(Cu)을 비롯한 모든 금속들은 다 원자로 이루어진 물질이다.

③ 물질들가운데는 이온으로 이루어진것도 많다.

례를 들어 소금(NaCl)이나 가성소다(NaOH), 생석회(CaO)와 같은 거의 모든 무기화합물들은 이온으로 이루어진 물질이다.

### 2) 분자는 어떤 알갱이인가

**분자**는 여러개의 원자들이 결합하여 이루어진 작은 알갱이이다.

분자는 매우 작아서 눈으로나 보통의 현미경으로는 전혀 볼수 없다.

물질을 쪼개고 쪼개여나가면 나중에는 그 물질의 화학성질을 그대로 가지면서 따로따로 있을수 있는 분자알갱이가 얻어진다.

물이 증발하는것은 물을 이루고있던 물분자들이 하나하나 떨어져나가는것이며 나프탈린이 승화되는것은 나프탈린분자들이 하나하나 떨어져나가는것이다.

분자는 더 작은 알갱이인 원자들이 결합하여 이루어졌다. 산소분자는 두개의 산소원자가 결합하여 이루어졌고 물분자는 두개의 수소원자와 한개의 산소원자가 결합하여 이루어졌다.

분자로 이루어진 물질에는 단순물도 있고 화합물도 있다.

**례:** 단순물…$H_2$, $O_2$, $N_2$, $Cl_2$, $I_2$

화합물…$H_2O$, $CO_2$, $NH_3$과 $CH_4$을 비롯한 모든 유기화합물들

### 3) 원자는 어떤 알갱이인가

**원자**는 하나의 원자핵과 여러개의 전자들로 이루어진 작은 알갱이이다.(수소원자만은 한개의 전자로 이루어졌다.)

원자의 중심에는 양전기를 띤 원자핵이 있고 그 둘레에 음전기를 띤 전자들이 운동하고있다.

핵둘레에서 운동하고있는 전자들이 차지하는 공간이 원자의 크기로 된다. 원자의 크기에 비하면 중심에 있는 원자핵의 크기는 보잘것없이 작다.

원자들은 결합하여 분자를 이루기도 하고 직접 단순물을 이루기도 한다. 같은 원자로 이루어진 물질은 모두 단순물이다.

### 4) 이온은 어떤 알갱이인가

**이온**은 전기를 띠고있는 원자나 원자단알갱이이다.

원자와 달리 이온은 전기를 띠고있는 알갱이이다. 중성인 원자에서 전자가 떨어져나가면 양전기를 띤 이온(양이온)이 생기고 반대로 원자에 전자가 더 들어붙으면 음전기를 띤 이온(음이온)이 생겨난다.

이온으로 이루어진 물질은 어느것이나 다 양이온과 음이온으로 이루어져있다. 례를 들어 소금결정은 양이온인 $Na^+$와 음이온인 $Cl^-$들이 서로 엇바뀌면서 결합하여 이루어졌으며 가성소다결정은 양이온인 $Na^+$와 음이온인 $OH^-$들이 서로 엇바뀌면서 결합하여 이루어졌다.

거의 모든 무기화합물들은 이온으로 이루어진 물질이다.

## 2. 화학원소

### 1) 물질을 이루고있는 재료(조성)는 무엇인가

물질을 이루고있는 재료(조성)는 화학원소이다. 물질을 이루고있는 알갱이가 분자, 원자, 이온이라면 그 재료(조성)는 화학원소이다.

지금까지 알려진 화학원소의 수는 110여가지이다. 이 110여가지의 화학원소가 2 000여만종의 물질을 이루고있다.

례를 들어 물은 수소원소와 산소원소로 이루어졌고 사탕은 탄소원소와 수소원소, 산소원소로 이루어졌다.

모든 유기물질에는 다 탄소원소와 수소원소가 들어있다.

이것은 마치 건설재료인 벽돌과 블로크로 여러가지 형태의 수많은 건물을 짓는것과 비슷하다고 볼수 있다.

### 2) 화학원소란 무엇인가

**화학원소**란 원자번호(혹은 핵전하수)에 의하여 구별되는 원자들의 종류를 말한다.

원자핵의 전하수는 핵을 이루고있는 양성자의 수와 같으며 그것은 원자번호($Z$)와 같다.

그러므로 원자들은 원자번호에 의하여 서로 구별된다.

례를 들어 원자번호가 8인 원자들의 종류가 산소원소이고 원자번호가 12인 원자들의 종류가 마그네시움원소이다.

단순물인 산소($O_2$)를 이루고있는 산소원자나 화합물인 물($H_2O$)과 탄산가스($CO_2$)를 이루고있는 산소원자들은 다 원자번호가 같은것들이므로 산소원소이다. 이렇게 산소원소는 여러가지 물질의 조성으로 들어있다.

### 3) 원소기호의 쓰기와 읽기

매개 화학원소는 문자로써 간단히 나타낸다.

화학원소를 나타내는 문자를 **원소기호**라고 부른다.

원소기호는 라틴어이름에서 문자 하나로 된것도 있고 둘로 된것도 있다.

례를 들어 산소원소는 O, 수소원소는 H, 철원소는 Fe, 동원소는 Cu 등이다.

원소기호를 쓸 때는 문자의 크기와 그 위치를 바로 써야 한다.

원소기호의 첫 문자는 대문자로 쓰고 두번째 문자는 소문자로 쓴다. 그리고 두번째 문자인 l과 b는 첫 문자와 같은 높이로 쓰며 t와 i는 $\frac{3}{4}$높이로, a와 u, n, e 등은 $\frac{1}{2}$높이로, g는 밑을 내려쓴다.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Al | Pb | Pt | Ni | Na | Cu | Zn | Fe | Hg |

원소기호는 영어발음으로 읽는다.

원소기호는 그 원소가 무슨 화학원소인가를 나타낼뿐아니라 그 원소의 원자 한개 그리고 원소 1mol을 나타낸다.

#### 4) 화학원소는 어떤 성질을 가지는가

화학원소는 화학성질을 가진다.

화학원소에 대하여서는 상태와 색갈, 냄새 등과 같은것을 말할수 없다.

① 화학원소의 중요한 성질의 하나는 전기적양성과 전기적음성이다.

**전기적양성**은 원소의 원자가 전자를 내주고 양이온으로 되는 성질이며 **전기적음성**은 원소의 원자가 전자를 받아서 음이온으로 되는 성질이다.

어느 화학원소나 다 전기적양성과 전기적음성을 가지는데 그가운데서 어느 한 성질을 더 세게 가진다.

그래서 그 세기를 전기음성도로 나타낸다.(제2장 2를 보라.)

② 화학원소의 중요한 성질의 다른 하나는 산화수이다.

산화수는 화학원소의 원자들이 서로 결합하였을 때 산화된 정도(전자를 주고 받은 상태)를 나타낸다.(제2장 2를 보라.)

③ 화학원소의 중요한 성질의 또 다른 하나는 원자가이다.

원자가는 원소의 원자가 다른 원소의 원자 몇개와 결합할수 있는가 하는 능력을 나타낸다.

례를 들어 탄소는 수소원자 4개와 결합하므로 원자가가 4이고 산소는 수소원자 2개와 결합하므로 원자가는 2이다.

원소의 원자가는 물질의 구조식을 쓰는데 리용된다.

### 5) 화학원소의 분류

화학원소들을 편의상 몇가지로 나눈다.

① 화학원소들을 그것의 성질(전기음성도)에 따라 양성원소(금속원소)와 음성원소(비금속원소)로 나눈다.

전기음성도값이 1.8보다 작은 원소들을 양성원소, 2.1이상인 원소들을 음성원소, 그 사이값을 가지는 원소들을 량성원소로 본다.

일반적으로는 전기적양성이 센 원소들을 양성원소로, 전기적음성이 센 원소들을 음성원소로 본다.

② 화학원소들은 그것의 원자구조(전자배치)에 따라 전형원소와 과도원소로 나눈다.

원자의 전자배치에서 마지막전자가 맨바깥전자층에 배치되는 원소들은 전형원소이고 아낙전자층에 배치되는 원소들은 과도원소이다.

멘델레예브원소주기표의 1, 2, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18족의 원소들은 전형원소들이고 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11족의 원소들은 과도원소들이다.

### 6) 동위체와 동위원소

원자들가운데는 원자핵을 이루고있는 양성자의 수(원자번호 $Z$)는 같으면서 중성자의 수($N$)가 다른것들이 있다.

원자핵을 이루고있는 양성자의 수($Z$)와 중성자의 수($N$)의 합을 그 원자의 **질량수**($A$)라고 부른다.

$$A=Z+N$$

례를 들어 《가벼운 수소》의 원자핵은 양성자 1개만으로 되여있으므로 질량수가 1이며 《무거운 수소》의 원자핵은 양성자 1개와 중성자 1개로 되여있으므로 질량수가 2이다.

$Z=8$인 산소원자에는 질량수가 각각 16, 17, 18인것들이 있으며 $Z=6$인 탄소원자에는 질량수가 각각 12와 13인것, $Z=17$인 염소원자에는 질량수가 각각 35와 37인것이 있다.

원자번호는 같으면서 질량수가 서로 다른 원자들을 **동위체**라고 부른다.

탄소와 염소에는 각각 두가지 동위체가 있으며 산소에는 세가지 동위체가 있다.

동위체들을 다음과 같이 기호(동위체기호)로 나타낸다.

$^{12}_{6}C$과 $^{13}_{6}C$, $^{35}_{17}Cl$과 $^{37}_{17}Cl$, $^{16}_{8}O$과 $^{17}_{8}O$, $^{18}_{8}O$

원자번호가 같으나 질량수에 의하여 구별되는 동위체들의 종류를 **동위원소**라고 부른다.

탄소원소와 염소원소에는 두가지씩의 동위원소가 있으며 산소원소에는 세가지 동위원소가 있다.

이렇게 매개 화학원소는 동위원소들의 혼합물이다.

지금까지 알려진 화학원소의 수는 110여가지인데 동위원소의 수는 1 700여가지(그가운데서 자연계에 존재하는것은 340여가지)나 된다.

### 7) 단순물과 화합물

물질은 그 조성에 따라 단순물과 화합물로 나눈다.

**단순물**이라는것은 그 조성이 한가지 화학원소만으로 이루어진 물질이다.

단순물에는 금속과 비금속이 있는데 금속은 양성원소로 이루어진 단순물이고 비금속은 음성원소로 이루어진 단순물이다.

금속과 비금속은 조성이 다를뿐아니라 성질에서도 차이가 있다.

단순물가운데는 같은 화학원소로 되여있으면서 성질이 서로 다른 것들이 있다.

이런 단순물을 **동소체**라고 부른다.

례를 들어 금강석과 흑연은 탄소의 동소체이며 흰린과 붉은린은 린의 동소체이고 산소기체($O_2$)와 오존($O_3$)은 산소의 동소체이다.

**화합물**이라는것은 그 조성이 두가지이상의 화학원소로 이루어진 물질이다.

화합물에는 무기화합물과 유기화합물이 있다.

### 3. 원자량과 화학식량

#### 1) 원자량과 화학식량은 왜 쓰는가

원자량과 화학식량은 물질을 이루는 알갱이들의 질량을 비교하기 위하여 쓴다.

물질을 이루는 알갱이인 원자와 분자는 그 크기가 대단히 작을뿐 아니라 질량도 역시 보잘것 없이 작다.

례를 들어 수소원자의 질량은 $1.66\times10^{-24}$g이고 탄소원자의 질량은 $1.99\times10^{-23}$g이며 알루미니움원자의 질량은 $4.47\times10^{-23}$g밖에 안된다.

그리고 산소분자의 질량은 $5.32\times10^{-23}$g이고 물분자의 질량은 $2.99\times10^{-23}$g밖에 안된다.

이렇게 g단위로 나타낸 원자나 분자의 질량값은 매우 작아서 표시하기도 복잡하고 리용하기도 불편하다.

그래서 화학에서는 원자나 분자와 같은 작은 알갱이의 질량을 간단한 값으로 나타내기로 하였다.

이것이 원자량과 화학식량이다.

례를 들어 수소의 원자량은 1이고 탄소의 원자량은 12, 알루미니움의 원자량은 27이며 산소의 화학식량은 32, 물의 화학식량은 18이다.

#### 2) 원자량($Ar$)은 어떤 값인가

원자의 질량을 간단한 값으로 나타내기 위하여 탄소단위를 정하고 그것으로 원자의 질량을 비교하였다.

**1탄소단위**(1u)는 탄소원자(정확히는 탄소의 동위체 $^{12}_{6}C$) 한개의 질량($1.99\times10^{-23}$g)을 12로 나눈 값이다.

$$1u=\frac{1.99\times10^{-23}g}{12}=1.66\times10^{-24}g$$

이 값을 탄소단위질량 또는 원자질량상수라고 부르며 기호 $m_u$로 표시한다.

**원자량**은 원자의 질량($m_a$)을 원자질량상수($m_u$)로 잰 상대적값이다.

즉 원자량은 원자의 질량이 원자질량상수의 몇배인가를 나타내는

수이다.

$$Ar = \frac{m_a}{m_u}$$

례를 들어 산소원자의 질량은 $2.66\times10^{-23}$g이고 알루미니움원자의 질량은 $4.47\times10^{-23}$g이므로 원자량은 각각

$$Ar_{(O)} = \frac{2.66\times10^{-23}\,g}{1.66\times10^{-24}\,g} \approx 16$$

$$Ar_{(Al)} = \frac{4.47\times10^{-23}\,g}{1.66\times10^{-24}\,g} \approx 27$$

이다.

이렇게 원자량은 탄소단위로 잰 원자의 상대적질량값이다.

**3) 원자량은 어떻게 쓰이는가**

원자량은 원자들의 질량을 서로 비교하는데와 화학식량을 계산하는데 리용한다.

두 원자의 질량을 비교하는것은 그것의 원자량을 비교하는것과 같다.

**례:** 알루미니움원자의 질량이 산소원자의 질량보다 몇배나 무거운가?

$$\frac{m_{a_{(Al)}}}{m_{a_{(O)}}} = \frac{4.47\times10^{-23}\,g}{2.66\times10^{-23}\,g} \approx \text{약 } 1.7(\text{배})$$

마찬가지로

$$\frac{Ar_{(Al)}}{Ar_{(O)}} = \frac{27}{16} \approx \text{약 } 1.7(\text{배})$$

그러므로 원자량($Ar$)만 알고있으면 g단위로 나타낸 원자의 질량($m_a$)을 몰라도 두 원자의 질량을 쉽게 비교할수 있다.

**4) 화학식량($Mr$)은 어떤 값인가**

화학식량은 분자와 같은 알갱이의 질량을 탄소단위로 잰 값이다.

다시말하면 분자와 같은 알갱이의 질량($m_f$)이 원자질량상수($m_u$)의 몇배인가를 나타내는 수가 화학식량이다.

$$Mr = \frac{m_f}{m_u}$$

례를 들어 산소분자($O_2$)의 질량은 $5.32\times10^{-23}$g이고 물분자($H_2O$)의 질량은 $2.99\times10^{-23}$g이므로 그것들의 화학식량은 각각

$$Mr_{(O_2)} = \frac{5.32\times10^{-23}\text{g}}{1.66\times10^{-24}\text{g}} \approx 32$$

$$Mr_{(H_2O)} = \frac{2.99\times10^{-23}\text{g}}{1.66\times10^{-24}\text{g}} \approx 18$$

이다.

분자로 이루어진 물질의 화학식량을 따로 **분자량**이라고 부른다.

산소분자의 화학식량 32는 산소의 분자량이며 물분자의 화학식량 18은 물의 분자량이다.

원자로 이루어진 물질(단순물)의 화학식량은 언제나 조성원소의 원자량과 같다.

례를 들어 금강석과 흑연의 화학식량은 12이고 금속철의 화학식량은 56이다.

### 5) 화학식량을 계산하는 방법

분자의 질량($m_f$)은 몰라도 원소의 원자량만 알고있으면 모든 물질의 화학식량을 쉽게 계산할수 있다.

물질의 화학식량은 화학식을 이루고있는 원소들의 원자량의 합과 같다.

다시말하면 화학식을 이루고있는 모든 원소들의 원자량을 합하면 그 물질의 화학식량이 얻어진다.

례를 들어 산소 $O_2$, 물 $H_2O$, 류산 $H_2SO_4$ 그리고 염화나트리움 NaCl의 화학식량은 각각 다음과 같이 계산된다.

$$Mr_{(O_2)} = 2\times16 = 32$$

$$Mr_{(H_2O)} = 2\times1+16 = 18$$

$$Mr_{(H_2SO_4)} = 2\times1+32+4\times16 = 98$$

$$Mr_{(NaCl)} = 23+35.5 = 58.5$$

#### 6) 화학식량은 어떻게 쓰이는가

① 화학식량은 분자의 질량을 서로 비교하는데 쓴다.

두 분자의 질량을 비교하는것은 화학식량(분자량)을 비교하는것과 같다.

례를 들어 산소분자가 물분자보다 몇배나 무거운가?

$$\frac{m_{f(O_2)}}{m_{f(H_2O)}}=\frac{5.32\times10^{-23}\text{g}}{2.99\times10^{-23}\text{g}}\approx1.78(\text{배})$$

$$\frac{Mr_{(O_2)}}{Mr_{(H_2O)}}=\frac{32}{18}\approx1.78(\text{배})$$

이렇게 두 물질의 화학식량만 알고있으면 한 물질이 다른 물질보다 몇배나 무거운가를 쉽게 알수 있다.

② 화학식량은 물질의 몰질량($M$)을 계산하는데 쓴다.

모든 물질의 몰질량은 그 물질의 화학식량에 몰질량의 단위인 g/mol을 덧붙인것과 같다.

### 4. 물질량($n$)과 몰질량($M$), 몰체적($V$m)

#### 1) 물질량과 그 단위 mol

물질량이라는것은 물질을 이루고있는 알갱이수로 나타낸 물질의 분량(많고 적은 정도)이다.

물질량의 단위는 mol이다.

1mol은 물질을 이루고있는 알갱이(분자, 원자, 이온) $6.02\times10^{23}$개의 모임이다.

1mol의 1 000배는 1kmol이고 또 그것의 1 000배는 1tmol이다.

물질 1mol속에 들어있는 알갱이수 $6.02\times10^{23}$을 아보가드로상수($N_A$)라고 부른다.

$$N_A=6.02\times10^{23}\text{mol}^{-1}$$

그러므로 물질량($n$)은 물질을 이루고있는 알갱이수($N$)가 아보가드로상수($N_A$)의 몇배나 되는가를 나타내는 값이다.

$$n=\frac{N}{N_A}$$

례를 들어 산소분자($O_2$) $3.01\times10^{23}$개의 물질량($n$)은

$$n_{(o_2)} = \frac{3.01\times10^{23}}{6.02\times10^{23}\text{mol}^{-1}} = 0.5\text{mol}$$

이다.

### 2) 물질량은 왜 쓰는가

일반적으로 물질의 분량은 질량(단위는 kg)이나 체적(단위는 $m^3$)으로 나타낸다.

그러나 화학에서는 물질의 분량을 물질을 이루고있는 알갱이수로 나타내는것이 더 필요하다.

그것은 모든 물질이 알갱이로 이루어졌고 화학반응도 알갱이들사이에 일어나기때문이다.

### 3) 물질량은 어떻게 쓰이는가

물질량을 리용하면 화학반응에 참가한 물질들의 분량을 비교하기가 매우 편리하다.

그러므로 물질량은 화학식과 화학방정식에 의한 화학계산에 많이 리용된다.

화학방정식에서의 결수는 반응에 참가한 물질들의 알갱이수를 나타낸다.

례를 들어 화학방정식

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

는 수소 두 분자와 산소 한 분자가 반응하여 물 두 분자가 생겼다는것을 나타낸다.

만일 이 반응에서 수소분자가 200개 반응하였다면 산소분자는 100개, 물분자는 200개일것이며 수소분자 $12.04\times10^{23}$개와 반응하는 산소분자는 $6.02\times10^{23}$개이고 생긴 물분자는 $12.04\times10^{23}$개일것이다.

이것은 수소 2mol과 반응하는 산소는 1mol이고 생긴 물이 2mol이라는것을 의미한다.

이렇게 화학방정식에서의 결수($\nu$)는 반응에 참가한 물질들이 몇mol인가를 나타낸다.

화학방정식에서의 어느 두 물질의 결수($\nu$)의 비는 곧 물질량의 비와 같다.

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

이것이 화학방정식에 의한 화학계산에서 기초로 된다.

**4) 몰질량과 몰체적은 왜 쓰는가**

물질들의 분량을 직접 물질량으로 재는것은 매우 어려운 일이며 거의 불가능하다.

그것은 물질을 이루고있는 수많은 알갱이들을 하나하나 갈라내는것도 불가능하지만 그 많은것을 일일이 세여볼수도 없기때문이다.

물질 1mol속에 들어있는 알갱이수를 다 세여내자면 지구상에 사는 60억인구가 다 동원되여 1min간에 100알씩 세여도 240만년이 걸려야 다 셀수 있다고 한다.

그래서 화학에서는 물질량을 측정하기 편리한 질량이나 체적으로 전환시켜 리용한다.

그것이 몰질량과 몰체적이다.

**5) 몰질량이란 무엇인가**

몰질량은 물질량을 저울에 달수 있는 질량으로 전환시킨것이다.

몰질량이란 물질 1mol의 질량을 말한다.

물질의 질량을 $m$라고 하면 몰질량 $M$은

$$M = \frac{m}{n}$$

로 표시된다.

몰질량이 물질 1mol의 질량이라는것은 그 물질을 이루고있는 알갱이 $6.02 \times 10^{23}$개의 질량이라는것을 의미한다.

몰질량의 단위는 g/mol 혹은 kg/kmol, t/tmol이다.

몰질량은 매 물질의 고유한 상수이다.

례를 들어 산소와 물, 탄산가스, 류산, 소금의 몰질량은 정해져있다.

$$M_{(O_2)} = 32\text{g/mol}$$

$M_{(H_2O)}=18g/mol$
$M_{(CO_2)}=44g/mol$
$M_{(H_2SO_4)}=98g/mol$
$M_{(NaCl)}=58.5g/mol$

물 1mol속에 들어있는 물분자 $6.02\times10^{23}$개를 하나하나 갈라내여 세여보는것은 불가능하지만 저울에서 18g을 달아내는것은 쉬운 일이다.

### 6) 몰질량을 계산하는 방법

몰질량은 물질의 상수인데 쉽게 계산하여 알아낼수 있다.

① 물질의 화학식량에 기초하여 계산한다.

모든 물질의 몰질량은 그 물질의 화학식량($Mr$)에 g/mol단위를 붙인것과 같다.

례를 들어 류산 $H_2SO_4$의 몰질량은 그것의 화학식량인 98에 몰질량단위인 g/mol을 덧붙인 98g/mol이다.

그러므로 화학식에 의하여 화학식량만 계산하게 되면 그 물질의 몰질량은 쉽게 알수 있다.

② 물질을 이루는 알갱이(분자, 원자)의 질량($m_f$)을 알고있으면 계산된다.

몰질량은 물질을 이루는 알갱이 $6.02\times10^{23}$개의 질량이므로 관계식

$$M=m_f\times N_A$$

에 의하여 계산된다.

례를 들어 산소분자($O_2$)의 질량은 $5.32\times10^{-23}$g이고 물분자($H_2O$)의 질량은 $2.99\times10^{-23}$g이므로 그것들의 몰질량은 각각 다음과 같이 계산된다.

$$M_{(O_2)}=5.32\times10^{-23}g\times6.02\times10^{23}mol^{-1}=32g/mol$$
$$M_{(H_2O)}=2.99\times10^{-23}g\times6.02\times10^{23}mol^{-1}=18g/mol$$

### 7) 물질의 몰질량과 원소의 몰질량

몰질량은 매개 물질에 고유한 상수일뿐아니라 매 화학원소에도 고유한 상수이다.

물질의 몰질량은 물질 1mol의 질량이며 그 값은 해당 물질의 화학식량에 g/mol단위를 덧붙인것과 같다.

$$M_{(O_2)} = 32\text{g/mol}$$

원소의 몰질량은 원소 1mol의 질량이며 그 값은 해당 화학원소의 원자량에 g/mol단위를 덧붙인것과 같다.

물질의 몰질량과 원소의 몰질량은 여러가지 화학계산에 널리 리용된다.

**8) 몰체적이란 무엇인가**

화학에서는 기체물질의 물질량을 체적으로 나타낸 몰체적($V_m$)을 쓴다.

어떤 기체물질 1mol을 갈라내기 위하여 그 분자를 하나하나 갈라내여 세여내는것은 불가능하지만 그것의 체적을 재는것은 퍽 쉬운 일이다.

기체물질 1mol의 체적을 몰체적($V_m$)이라고 부른다.

몰체적의 단위는 L/mol 혹은 $m^3$/mol이다.

기체물질의 체적을 $V$라고 하면 기체의 몰체적은

$$V_m = \frac{V}{n}$$

로 표시된다.

몰체적이 기체물질 1mol이 차지하는 체적이라는것은 그 기체를 이루고있는 알갱이 $6.02\times10^{23}$개가 차지하는 체적이라는것을 의미한다.

**9) 표준조건에서 기체의 몰체적 22.4L/mol**

기체의 몰체적은 온도와 압력에 따라 달라진다.

온도를 높이면 기체의 체적이 불어나며 압력을 높이면 기체의 체적이 줄어든다.

그런데 온도와 압력이 같은 조건에서는 모든 기체에서 분자들사이의 거리가 같으며 따라서 같은 수의 분자가 차지하는 체적도 같아진다.

실제로 표준조건(0℃, 0.1MPa)에서 모든 기체의 몰체적은 22.4L/mol이다.

표준조건에서만이 아니라 온도와 압력이 같은 조건에서는 모든 기체의 몰체적이 다 같다.

표준조건에서의 기체의 몰체적 22.4L/mol은 화학계산에서 널리 리용된다.

### 10) 기체의 몰체적을 계산하는 방법

기체의 밀도($\rho$)만 알고있으면 다음의 식에 의하여 기체의 몰체적($V_m$)을 쉽게 계산할수 있다.

$$V_m = \frac{M}{\rho}$$

(이 식은 $\rho = \frac{m}{V}$ 으로부터 얻어진것이다.)

례를 들어 표준조건에서 산소기체의 밀도는 1.43g/L이고 수소기체의 밀도는 0.09g/L이라는것을 알면 이 기체들의 몰체적은 각각 다음과 같이 계산된다.

$$V_{m(O_2)} = \frac{32\text{g/mol}}{1.43\text{g/L}} \approx 22.4\text{L/mol}$$

$$V_{m(H_2)} = \frac{2.016\text{g/mol}}{0.09\text{g/L}} \approx 22.4\text{L/mol}$$

## 5. 화학식과 화학방정식

### 1) 화학식이란 무엇인가

화학식은 물질의 조성을 원소기호로 나타낸 화학글이다.

화학식은 단순물과 화합물뿐아니라 원자단이나 이온의 조성도 나타낸다. 그러므로 화학식에는 분자식, 조성식, 시성식, 이온식 등 여러가지가 있다.

화학식은 원소기호와 밑수, 여러가지 부호(괄호, 짧은 선, 점 등)로 이루어졌다.

례를 들어 단순물인 질소, 화합물인 염화칼리움과 에틸알콜, 원자단인 류산기, 이온인 류산이온의 화학식은 다음과 같다.

질소 $N_2$(분자식), 염화칼리움 KCl(조성식), 에틸알콜 $C_2H_5OH$(시성식), 류산기 $SO_4$(기식), 류산이온 $SO_4^{2-}$(이온식)

### 2) 화학식을 어떻게 쓰기로 약속하였는가

① 분자로 이루어진 물질의 화학식은 분자식으로 쓴다.

분자식은 분자가 어떤 원소의 원자 몇개씩으로 되여있는가를 나타낸 화학식이다.

례를 들면 단순물인 산소의 분자식은 $O_2$이고 오존의 분자식은 $O_3$이다.

그리고 화합물인 물의 분자식은 $H_2O$, 아세틸렌의 분자식은 $C_2H_2$, 에틸알콜의 분자식은 $C_2H_6O$이다.(에틸알콜의 화학식을 시성식으로 쓰면 $C_2H_5OH$이다.)

② 원자나 이온으로 이루어진 물질의 화학식은 조성식으로 쓴다.

조성식은 물질을 이루고있는 원자나 이온의 가장 간단한 개수비로 나타낸 화학식이다.

원자로 이루어진 단순물의 조성식(화학식)은 원소기호 그대로 쓴다.

례를 들면 금강석과 흑연의 화학식은 C로 쓰고 철의 화학식은 Fe, 동의 화학식은 Cu로 쓴다.

한가지 원자만으로 이루어진 화합물은 있을수 없다.

이온으로 이루어진 화합물의 조성식(화학식)은 물질을 이루고있는 양이온들과 음이온들의 개수비를 밝혀서 쓴다.

례를 들어 염화나트리움(소금)결정은 나트리움이온($Na^+$)과 염소이온($Cl^-$)이 1:1의 비로 이루어져있으므로 NaCl로 쓴다. 그리고 이온으로 이루어진 화합물인 산화나트리움의 화학식을 $Na_2O$로 쓰는것은 나트리움이온($Na^+$)과 산소이온($O^{2-}$)의 개수비가 2:1이기때문이다.

이온으로 이루어진 단순물은 있을수 없다.

### 3) 화학식을 세우는 방법

화합물들의 화학식은 원소들의 산화수에 기초하여 세운다.

화학식은 화합물을 이루고있는 원소들의 산화수의 합이 령(0)이라는데 기초하여 세운다. 화학식을 세운다는것은 매 원소의 원자개수 즉 밑수를 결정한다는것을 의미한다.

$$(+\text{산화수})\times(\text{밑수})+(-\text{산화수})\times(\text{밑수})=0$$

례를 들어 오산화린의 화학식을 세우는 경우라면 린의 산화수는 +5이고 산소의 산화수는 −2이므로

$$(+5)\times(\text{밑수})+(-2)\times(\text{밑수})=0$$
$$(+5)\times(\text{밑수})=|(-2)|\times(\text{밑수})$$

5와 2의 최소공통배수는 10이므로 린의 산화수의 합의 절대값이 10이 되자면 밑수는 2로, 산소의 산화수의 합의 절대값이 10이 되자면 밑수는 5로 되여야 한다.

$$(+5)\times(2)=|(-2)|\times(5)$$

따라서 오산화린의 화학식은 $P_2O_5$이다.

#### 4) 화학식은 무엇을 나타내는가

화학식은 여러가지 뜻을 나타낸다.

① 화학식은 그 물질이 무슨 물질인가와 물질의 화학조성 즉 어떤 원소의 원자 몇개씩으로 이루어졌는가를 나타낸다.

② 화학식은 물질의 화학식량을 나타낸다.

례를 들어 에틸알콜의 화학식 $C_2H_6O$는 화학식량이 $12\times2+1\times6+16=46$이라는것을 나타낸다.

③ 화학식은 그 물질 1mol을 나타낸다. 다시말하면 아보가드로수와 몰질량, 기체인 경우에는 몰체적을 나타낸다.

례를 들어 기체인 이산화류황의 화학식 $SO_2$은 이 물질 1mol 즉 알갱이 $6.02\times10^{23}mol^{-1}$, 몰질량 64g/mol, 표준조건에서 몰체적 22.4L/mol을 나타낸다.

④ 화학식은 물질을 이루고있는 조성원소들이 몇mol씩으로 이루어졌는가도 나타낸다.

례를 들어 화학식 $SO_2$은 류황원소 1mol과 산소원소 2mol로 이루어졌다는것을 나타낸다.

화학식이 가지고있는 이러한 정량적뜻을 화학계산에 리용한다.

#### 5) 화학방정식이란 무엇인가

**화학방정식**은 화학반응을 화학식으로 나타낸 화학글이다.

례를 들어 류산과 가성소다와의 반응을 다음과 같이 나타낸다.

$$H_2SO_4+2NaOH=Na_2SO_4+2H_2O$$

화학방정식은 화학식과 결수, 여러가지 부호(더하기와 같기표)로 이루어졌다.

화학방정식에는 이온방정식, 산화환원방정식, 열화학방정식 등 여러가지가 있다.

### 6) 화학방정식을 세우는 방법

화학방정식은 다음과 같은 차례로 세운다.

먼저 반응물들의 화학식을 +부호로 이어놓고 화살표(→)를 쓴다.

**례**: $Ca(OH)_2+HCl\rightarrow$

다음 화살표의 뒤에 생성물들의 화학식을 쓰고 +부호로 잇는다.

$$Ca(OH)_2+HCl\rightarrow CaCl_2+H_2O$$

마지막으로 결수를 맞춘다. 반응물들과 생성물들에서 매 원소의 원자개수가 같게 한다. 결수가 맞으면 화살표를 같기표로 바꾼다.

$$Ca(OH)_2+2HCl=CaCl_2+2H_2O$$

결수를 맞출 때에는 먼저 원소들가운데서 한쪽은 짝수개이고 다른쪽은 홀수개인것부터 찾아서 홀수가 짝수로 되게 한다.

화학방정식을 마음대로 아무런 물질의 화학식이나 +부호와 같기표로 이어서 세워서는 안된다. 반드시 실제로 일어난 화학반응에 대하여 반응물과 생성물이 무엇인가를 따져보고 세워야 한다.

### 7) 화학방정식은 무엇을 나타내는가

화학방정식은 여러가지 뜻을 가지고있다.

① 화학방정식은 어떤 물질들이 반응하여 어떤 물질이 생겼는가를 나타낸다.

즉 반응물과 생성물이 무엇인가를 나타낸다.

례를 들어 화학방정식

$$4Al+3O_2=2Al_2O_3$$

에서 반응물은 금속알루미니움과 산소기체이고 생성물은 산화알루미니움이라는것을 나타낸다.

② 화학방정식은 반응물이 몇mol 반응하여 생성물이 몇mol 생겼는가를 나타낸다.

(화학방정식에서 결수는 몇mol인가를 나타낸다.)

| | $4Al$ | + | $3O_2$ | = | $2Al_2O_3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $n$: | 4mol | | 3mol | | 2mol |
| $m$: | 4mol×27g/mol =108g | | 3mol×32g/mol =96g | | 2mol×102g/mol =204g |

이와 같이 우의 화학방정식은 알루미니움 4mol과 산소 3mol이 반응하여 산화알루미니움 2mol이 생긴다는것과 알루미니움 108g이 산소 96g과 반응하여 산화알루미니움 204g이 생긴다는것을 나타낸다.

화학방정식이 가지고있는 이러한 뜻에 기초하여 여러가지 화학계산을 진행할수 있다.

## 6. 화학계산

### 1) 화학식과 화학방정식에 의한 계산에 쓰이는 기본공식(모형)

화학식에서는 밑수들($\nu_1$과 $\nu_2$)의 비 $\left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)$가 원소들의 물질량 비 $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$와 같으며 화학방정식에서는 결수들의 비 $\left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)$가 반응물들의 물질량비 $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$와 같다.

$$\frac{\nu_1}{\nu_2}=\frac{n_1}{n_2}$$

여기서 $n_1=\frac{m_1}{M_1}$이고 $n_2=\frac{m_2}{M_2}$이므로

$$\frac{\frac{m_1}{M_1}}{\frac{m_2}{M_2}}=\frac{\nu_1}{\nu_2}$$

즉 $\frac{m_1}{M_1}=\frac{\nu_1}{\nu_2}\times\frac{m_2}{M_2}$로 쓸수 있다.

이 식에서 $\nu_1$와 $\nu_2$ 그리고 $M_1$와 $M_2$은 정해져있으므로 변수는 $m_1$와 $m_2$뿐이다.

만일 $m_2$이 주어지고 $m_1$을 구하려고 한다면

$$m_1 = \frac{\nu_1 \times M_1}{\nu_2 \times M_2} \times m_2$$

로 쓰면 된다.

이 식은 화학식에 의한 계산과 화학방정식에 의한 계산에서 많이 쓰인다.

**2) 화학식에 의한 계산**

① 화학식에 의하여 물질들의 화학식량과 몰질량을 계산할수 있다.

**례:** 질산암모니움 $NH_4NO_3$의 화학식량과 몰질량은 얼마인가?

$$Mr = 14 + 1 \times 4 + 14 + 16 \times 3 = 80$$
$$M = 80 g/mol$$

**답. 80, 80g/mol**

② 화학식에 의하여 물질을 이루고있는 원소들의 몫(포함량)을 계산할수 있다.

**례:** 질안 $NH_4NO_3$에 들어있는 질소의 몫(포함량)은 몇%인가?

풀이. $NH_4NO_3$ → $2N$

1mol　　2mol(원소의 물질량)

1mol×80g/mol　　2mol×14g/mol

=80g　　=28g

따라서 $\frac{28g}{80g} \times 100 = 35(\%)$

**답. 35%**

③ 화학식에 의하여 일정한 량의 물질을 이루고있는 원소의 질량을 계산할수 있다.

**례:** 산화알루미니움 25.5g에 알루미니움이 몇g 들어있는가?

풀이. $Al_2O_3$ → $2Al$

1mol　　2mol

1mol×102g/mol　　2mol×27g/mol

=102g　　=54g

따라서　　$102g : 54g = 25.5g : x$

$$x = \frac{54g \times 25.5g}{102g} \times 100 = 13.5g$$

**답. 13.5g**

이 문제도 공식에 의해 간단히 계산할수 있다.

$$m_1 = \frac{\nu_1 \times M_1}{\nu_2 \times M_2} \times m_2 = \frac{2 \times 27g/mol}{1 \times 102g/mol} \times 25.5g = 13.5g$$

**3) 화학방정식에 의한 계산**

(1) 어느 한 반응물의 량이 주어지면 생성물의 량을 계산할수 있다.

**례:** $MgCO_3$이 94% 들어있는 마그네사이트 1t을 분해시키면 마그네샤크링카가 얼마나 얻어지겠는가?(광석에 들어있는 6%의 혼입물은 그대로 마그네샤크링카로 옮겨간다.)

풀이. ① 순수한 $MgCO_3$의 량

$$1t \times \frac{94}{100} = 0.94t = 940kg$$

혹은 $\omega_2 = \dfrac{m_2}{m_{II}} \rightarrow m_2 = \omega_2 \times m_{II} = 0.94 \times 1t = 0.94t = 940kg$

② MgO의 량

$$\underline{MgCO_3} = \underline{MgO} + CO_2$$

| | |
|---|---|
| (2) | (1) |
| 1mol | 1mol |
| 1mol×84g/mol | 1mol×40g/mol |
| =84g | =40g |

따라서　　$84g : 40g = 940kg : x$

$$x = \frac{40g \times 940kg}{84g} = 447.6kg$$

혹은 $m_1 = \frac{\nu_1 \times M_1}{\nu_2 \times M_2} \times m_2 = \frac{1 \times 40\text{g/mol}}{1 \times 84\text{g/mol}} \times 940\text{kg} = 447.6\text{kg}$

③ 마그네샤크링카의 량

447.6kg＋(1000－940)kg＝507.6kg

**답. 507.6kg**

(2) 일정한 량의 생성물을 만드는데 필요한 반응물의 량을 계산할수 있다.

**례:** 어떤 마그네샤크링카제품에는 MgO가 95% 들어있다. 이런 크링카 100kg을 만들려면 $MgCO_3$이 96% 들어있는 마그네사이트를 얼마나 분해시켜야 하는가?

풀이

조건: $m_{II} = 100\text{kg}$, $\omega_2 = 0.95$, $\omega_1 = 0.96$

물음: $m_I = ?$

계산

산수적방법에 의한 계산

① 순수한 MgO의 량

$$100\text{kg} \times \frac{95}{100} = 95\text{kg}$$

② 순수한 $MgCO_3$의 량

$$\underline{MgCO_3} = \underline{MgO} + CO_2$$

(1) (2)

1kmol 1kmol

1kmol×84kg/kmol 1kmol×40kg/kmol

＝84kg ＝40kg

따라서 84kg:40kg＝$x$:95kg

$$x = \frac{84\text{kg} \times 95\text{kg}}{40\text{kg}} = 199.5\text{kg}$$

③ 마그네사이트의 량

$$199.5\text{kg} \times \frac{100}{96} = 207.8\text{kg}$$

**답. 207.8kg**

단순모형에 의한 계산

① 순수한 MgO의 량

$$\omega_2 = \frac{m_2}{m_{II}} \rightarrow m_2 = \omega_2 \times m_{II} = 0.95 \times 100\text{kg} = 95\text{kg}$$

② $MgCO_3$의 량

$$m_1 = \frac{\nu_1 \times M_1}{\nu_2 \times M_2} \times m_2 = \frac{1 \times 84\text{kg/kmol}}{1 \times 40\text{kg/kmol}} \times 95\text{kg} = 199.5\text{kg}$$

③ 마그네사이트의 량

$$\omega_1 = \frac{m_1}{m_I} \rightarrow m_I = \frac{m_1}{\omega_1} = \frac{199.5\text{kg}}{0.96} \approx 207.8\text{kg}$$

**답. 207.8kg**

혼합모형에 의한 계산

$$\omega_1 = \frac{m_1}{m_I}$$

$$m_1 = \frac{\nu_1 \times M_1}{\nu_2 \times M_2} \times m_2$$

$$\omega_2 = \frac{m_2}{m_{II}}$$

$$m_I = \frac{m_1}{\omega_1}$$

$$m_2 = \omega_2 \times m_{II}$$

$$m_1 = \frac{\nu_1 \times M_1}{\nu_2 \times M_2} \times \omega_2 \times m_{II}$$

$$m_I = \frac{\nu_1 \times M_1 \times \omega_2}{\nu_2 \times M_2 \times \omega_1} \times m_{II}$$

$$m_I = \frac{1 \times 84\text{kg/kmol} \times 0.95}{1 \times 40\text{kg/kmol} \times 0.96} \times 1000\text{kg} = 207.8\text{kg}$$

#### 4) 기체물질의 체적계산

(1) 표준조건에서의 기체의 몰체적($V_m$ =22.4L/mol)에 의하여 기체의 밀도(ρ)를 계산할수 있다.

**례:** 표준조건(0℃, 0.1MPa)에서 탄산가스와 염소기체의 밀도는 얼마씩인가?

$$\rho_{CO_2}=\frac{M}{V_m}=\frac{44g/mol}{22.4L/mol}\approx 1.96g/L$$

$$\rho_{Cl_2}=\frac{M}{V_m}=\frac{71g/mol}{22.4L/mol}\approx 3.17g/L$$

(2) 반응에 참가한 기체물질의 체적(표준조건)을 계산할수 있다.

**례:** 순도가 90%인 석회석을 2t 분해시켰다면 이때 생긴 탄산가스의 체적은 몇$m^3$인가?

풀이

① 순수한 $CaCO_3$의 량

$$2t\times\frac{90}{100}=1.8t=1800kg$$

② $CO_2$의 체적

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $CaCO_3$ | = | CaO | + | $CO_2$ |
| 1kmol | | | | 1kmol |
| 1kmol×100kg/kmol | | | | 1kmol×22.4$m^3$/kmol |
| =100kg | | | | =22.4$m^3$ |

따라서

$$100kg:22.4m^3=1800kg:x$$

$$x=\frac{22.4m^3\times 1800kg}{100kg}=403.2m^3$$

혹은 이 계산을 다음과 같은 단순모형(공식)에 의해서도 진행할 수 있다.

식 $m_1 = \dfrac{\nu_1 \times M_1}{\nu_2 \times M_2} \times m_2$

에서 $M_1$대신에 $V_m$ 을 쓰고 $m_1$대신에 $V_1$을 써서 계산하면 간단해진다.

$\left(n_1 = \dfrac{m_1}{M_1} = \dfrac{V_1}{V_m}\right.$ 이므로)

$$V_1 = \frac{\nu_1 \times V_m}{\nu_2 \times M_2} \times m_2 = \frac{1 \times 22.4\text{m}^3/\text{kmol}}{1 \times 100\text{kg/kmol}} \times 1800\text{kg} = 403.2\text{m}^3$$

**답. 403.2$m^3$**

(3) 기체법칙들에 기초하여 임의의 온도와 압력을 가진 기체들의 체적을 계산할수 있다.

두 기체의 온도($T$)와 압력($P$), 체적($V$)사이에는 다음과 같은 관계식이 있다.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

**례:** 20℃, 0.12MPa에서의 체적으로 수소기체 5L를 만들려면 충분한 량의 아연에 20% 염산용액을 몇g이나 반응시켜야 하는가?

풀이

① 표준조건에서의 체적계산

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \rightarrow V_1 = \frac{P_2 \times T_1}{P_1 \times T_2} \times V_2 = \frac{0.12\text{MPa} \times 273\text{K}}{0.1\text{MPa} \times 293\text{K}} \times 5\text{L} = 5.59\text{L}$$

② HCl의 량계산

$$\text{Zn} + \underset{(1)}{\underline{2\text{HCl}}} = \text{ZnCl}_2 + \underset{(2)}{\underline{\text{H}_2}}$$

2mol　　　　　　　1mol

2mol×36.5g/mol　　1mol×22.4L/mol

=73g　　　　　　　=22.4L

따라서

$$73\text{g}:22.4\text{L}=x:5.59\text{L}$$

$$x=\frac{73\text{g}\times5.59\text{L}}{22.4\text{L}}=18.2\text{g}$$

혹은 공식(단순모형)에 의하여 간단히 계산할수도 있다.

$$V_2=\frac{\nu_1\times M_1}{\nu_2\times V_m}\times V_1=\frac{2\times36.5\text{g/mol}}{1\times22.4\text{L/mol}}\times5.59\text{L}=18.2\text{g}$$

③ 염산용액의 량계산

$$18.2\text{g}\times\frac{100}{20}=91\text{g}$$

**답. 91**g

## 제1장 복습문제

1) 물질을 이루는 알갱이들인 분자, 원자, 이온의 차이점을 말하여라.
2) 분자, 원자, 이온으로 이루어진 물질의 실례를 10가지이상씩 들고 그 물질의 화학식을 쓰라.
3) 다음 화학개념들의 차이점을 말하여라.
   ① 화학원소와 동위원소
   ② 화학원소와 원자
   ③ 화학원소와 단순물
   ④ 양성원소와 전형원소
4) 다음 물질들의 물질량은 몇mol씩이며 질량은 몇g씩인가?
   ① 산소분자 $1.50\times10^{23}$개
   ② 철원자 $24.08\times10^{23}$개
   ③ 소금결정의 나트리움이온과 염소이온 각각 $36.1\times10^{23}$개
5) 기체인 $H_2$, $O_2$, $N_2$, $CO_2$이 0.25mol씩 있다. 이 기체들의 분자수($N$)와 질량($m$) 그리고 표준조건에서 차지하는 체적($V$)을 계산하고 비교하여라.
6) $H_2O$, $CO_2$, NaOH, $H_2SO_4$, Cu이 10g씩 있다. 다음의 물음에 대답하여라.
   ① 물질량($n$)이 몇mol씩인가?

② 분자나 원자, 이온의 수는 몇개인가?

7) 단순물인 $O_2$, $Cl_2$, C, Fe가 있다. 다음의 물음에 대답하여라.

① 분자나 원자 1개씩의 질량은 몇g인가?

② 물질의 몰질량과 원소의 몰질량은 얼마씩인가?

③ 어떤 경우에 물질의 몰질량과 원소의 몰질량이 같은가?

8) 강냉이발에 질안비료를 정보당 500kg씩 냈다면 성분량으로 질소를 몇kg씩 낸셈인가?

9) 품위가 46%인 철광석($Fe_2O_3$)에서 철을 완전히 뽑아낸다고 하면 철 5t을 얻는데 철광석이 몇t이나 필요한가?

10) 탄산나트리움결정($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$) 100g을 완전히 반응시키는데 4.5% 류산용액($\rho = 1.03 g/cm^3$)이 몇mL 필요한가?
그리고 생긴 이산화탄소의 체적은 표준조건에서 몇L인가?

11) 류산칼리움과 류산나트리움의 혼합물 24.5g이 들어있는 용액에 염화바리움용액을 충분히 작용시켜 침전물을 34.9g 얻었다. 혼합물속에 류산칼리움과 류산나트리움이 각각 몇g씩 들어있는가?

12) 어떤 금속 M을 Xg 산화시켜 $M_2O_3$ Yg을 얻었다.

① 금속 M의 원자량이 얼마인가?

② 산화물 $M_2O_3$ Yg을 완전히 환원시키는데 필요한 수소의 체적(표준조건)은 몇L인가?

③ 금속 Xg을 염산과 반응시켜 수소를 얻었다면 얻어진 수소의 체적(표준조건)은 몇L인가?

# 제2장. 원자구조, 멘델레예브원소주기표

## 1. 원자구조

### 1) 원자는 어떤 구조를 가지고있는가

사람들은 원자를 직접 자기 눈으로 보지 못하면서도 그것의 구조를 알아내였다.

원자는 가운데 원자핵이 있고 그 둘레에 전자구름이 낀 상태이다.

매 원자의 원자핵둘레에는 원자번호와 같은 수의 전자들이 운동하고있다.

그런데 원자안에서 전자들의 운동은 어떤 정해진 길을 따르는 운동이 아니다. 그러므로 주어진 순간에 전자가 어느 자리에 있게 되는가를 정확히 말할수 없다.

또한 원자안에서 전자들은 제가끔 꼭 정해진 값의 에네르기를 가지고 운동하고있다. 그러므로 전자들이 핵으로부터 얼마만한 거리에서 운동하는가 하는것이 서로 다르다. 에네르기가 작은 전자들은 핵가까이에서 운동하고 에네르기가 큰 전자들은 먼데서 운동한다.

### 2) 전자구름이란 무엇인가

원자핵둘레를 돌고있는 전자의 운동은 정해진 길이 없는 운동이므로 이쪽에 나타날수도 있고 저쪽에 나타날수도 있다.

전자가 나타날수 있는 모든 자리들을 점으로 표시하면 마치 하늘에 떠있는 구름처럼 보인다.

<u>원자안에서 전자가 있을수 있는 자리를 점으로 표시한 모형을 전자구름이라고 부른다.</u>

전자구름이 짙은데는 전자가 자주 있게 되는 곳이고 연한데는 전자가 드물게 있게 되는 곳이다.

전자구름은 여러가지 모양을 가진다. 공모양으로 생긴 전자구름을 $s$전자구름이라고 부르고 아령모양으로 생긴 전자구름을 $p$전자구름이라고 부른다. $s$전자구름과 $p$전자구름이 섞여져서 이루어진 락하산모양의 $sp$전자구름도 있다.

례를 들어 수소원자의 전자구름은 $s$전자구름이고 산소원자의 전자구름은 $s$전자구름과 $p$전자구름이다.

### 3) 원자의 전자배치규칙

원자안에서 전자들은 아무렇게나 배치되여 운동하는것이 아니라 몇개의 에네르기층(전자층)에 규칙적으로 배치되여있다.

① 원자안에서 전자들은 원자핵에 가까운 $K$층부터 $L$층, $M$층, $N$층, … 차례로 배치된다.

② 원자의 매 전자층에 최대로 배치될수 있는 전자의 수는 $K$층에 2개, $L$층에 8개, $M$층에 18개, $N$층에 32개이다.

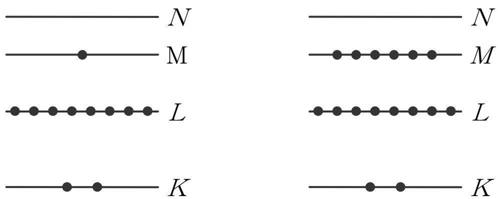
③ 원자의 맨바깥전자층에 배치되는 전자의 수는 8을 넘지 못한다.

### 4) 원자의 전자배치모형

원자안에서 전자들의 배치상태(원자구조)를 간단히 모형으로 나타낸다.

① 원자의 매 전자층에 전자가 몇개씩 배치되여있는가를 그림으로 나타낸다.

례를 들어 나트리움원자(Na)와 류황원자(S)의 전자배치모형을 다음과 같이 그림으로 나타낸다.




$_{11}$Na원자 $_{16}$S원자

② 원자의 매 전자층에 전자가 몇개씩 배치되여있는가를 전자층기호(문자)와 전자수로 나타낸다.

례를 들어 $_{11}$Na원자와 $_{16}$S원자의 전자배치모형을 다음과 같이 전자층기호와 전자수로 나타낸다.

$_{11}$Na … $K-2$, $L-8$, $M-1$

$_{16}$S … $K-2$, $L-8$, $M-6$

## 2. 화학원소의 성질

화학원소의 성질은 원자구조(전자배치)에 의존된다.

원자구조(전자배치)가 비슷하면 그 원소들의 성질도 비슷하고 원자구조가 다르면 원소들의 성질도 다르다.

원소의 성질에서 중요한것은 전기음성도와 산화수 및 원자가이다.

### 1) 원소의 전기음성도란 무엇인가

원소의 전기음성도는 원소의 원자가 전자를 끌어당기는 힘의 크기를 비교하는 수자이다.

리티움(Li)원자가 전자를 끌어당기는 힘을 기준으로 정하고 그것과 비교한 수자로 전기음성도를 나타낸다.

레를 들어 붕소는 리티움보다 전자를 끌어당기는 힘이 2배 크므로 붕소의 전기음성도는 2이고 3.5배 큰 산소의 전기음성도는 3.5이다.

몇가지 전형원소들의 전기음성도값은 다음과 같다.

**원소들의 전기음성도**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H<br>2.1 | | | | | | |
| Li<br>1.0 | Be<br>1.5 | B<br>2.0 | C<br>2.5 | N<br>3.0 | O<br>3.5 | F<br>4.0 |
| Na<br>0.9 | Mg<br>1.2 | Al<br>1.5 | Si<br>1.8 | P<br>2.1 | S<br>2.5 | Cl<br>3.0 |
| K<br>0.8 | Ca<br>1.0 | | | | | Br<br>2.8 |
| Cs<br>0.7 | Ba<br>0.9 | | | | | I<br>2.6 |

원소의 전기음성도값은 0.7(Cs)로부터 4.0(F)사이에 있다.

### 2) 전기음성도값은 어디에 쓰이는가

① 전기음성도값은 화학원소들의 전기적양성과 전기적음성의 세기를 비교하는데 쓰인다.

전기음성도값이 큰 원소일수록 원소의 전기적음성이 세고 전기적양성은 약하다.

례를 들어 전기음성도값이 2.5인 탄소의 전기적음성은 리티움보다는 2.5배 세며 전기음성도값이 2.5인 류황과는 전기적음성의 세기가 서로 같다는것을 알수 있다.

② 원소의 전기음성도값은 화학원소들을 양성원소와 음성원소로 나누는데 쓰인다.

양성원소 … 전기음성도값이 1.8보다 작은 원소들

음성원소 … 전기음성도값이 2.1이상인 원소들

③ 원소의 전기음성도값은 화학결합의 형태를 구분하는데도 쓰인다.

화학결합의 형태(이온결합, 극성공유결합, 무극성공유결합)는 두 원소의 전기음성도차에 의존된다.

이온결합 … 전기음성도차가 2.0이상인 화학결합

극성공유결합 … 전기음성도차가 0(령)보다는 크고 2.0보다 작은 화학결합

무극성공유결합 … 전기음성도차가 0(령)인 화학결합

**례:** MgO에서 두 원자사이의 결합은 무슨 화학결합이겠는가?

$$3.5-1.2=2.3$$

전기음성도차가 2.3이므로 이온결합이다.

④ 원소의 전기음성도값은 결합의 극성을 비교하는데도 쓰인다.

화학결합의 극성도 두 원소의 전기음성도차에 의존된다.

두 원소의 전기음성도차가 클수록 결합의 극성은 크다.

**례:** 수소원자와 탄소원자사이결합(H—C)과 수소원자와 산소원자사이결합(H—O)의 극성은 어느것이 더 크겠는가?

$$\text{H—C};\ 2.5-2.1=0.4$$

$$\text{H—O};\ 3.5-2.1=1.4$$

따라서 H—C결합보다 H—O결합의 극성이 더 크다.

### 3) 원소의 전기음성도와 전자배치사이의 관계

화학원소의 성질은 원자의 전자배치와 밀접한 관계를 가지고있다.

원소의 성질은 주로 맨바깥전자수, 전자층의 수에 관계된다.

① 원소의 전기음성도는 원자의 맨바깥전자수에 많이 관계된다.

맨바깥전자수가 8인 때는 전기적양성도, 전기적음성도 가지지 않으며 가장 안정하다.

맨바깥전자수가 적으면 전기적양성이 세며 반대로 맨바깥전자수가 많으면 전기적음성이 세다.

례를 들어 맨바깥전자수가 5개인 질소보다 6개인 산소의 전기음성도값이 크다.(N—3.0, O—3.5)

$_{7}$N; $K-2$, $L-5$

$_{8}$O; $K-2$, $L-6$

② 원소의 전기음성도는 원자의 전자층수에 관계된다.

전자층수가 많을수록 전기적양성이 세며 따라서 전기음성도는 작아진다. 그것은 전자층수가 많으면 핵과 맨바깥전자사이의 거리가 멀어져 맨바깥전자가 떨어져나가기가 쉬워지기때문이다.

례를 들어 전자층수가 3개인 Na보다 4개인 K의 전기음성도값이 작다.(Na—0.9, K—0.8)

$_{11}$Na; $K-2$, $L-8$, $M-1$

$_{19}$K; $K-2$, $L-8$, $M-8$, $N-1$

### 4) 원소의 산화수란 무엇인가

**원소의 산화수**라는것은 화학결합을 하였을 때 원소의 원자가 전자 몇개를 내주었는가 혹은 받아들였는가를 나타내는 수이다.

다시말하여 산화수는 화학결합을 하였을 때 원소의 원자가 전자를 몇개 내주었는가 하는 산화된 정도와 혹은 몇개 받았는가 하는 환원된 정도를 나타내는 원소의 성질이다.

이온결합으로 이루어진 물질에서는 양이온으로 된 원소는 전자를 내주고 산화되였고 음이온으로 된 원소는 전자를 받아서 환원되였다.

례를 들어 이온결합으로 이루어진 산화칼시움 CaO에서 Ca는 전자 2개를 내주고 산화되였고 O는 전자 2개를 받아 환원되였다. 따라서 Ca의 산화수는 +2이고 O의 산화수는 −2이다.

극성공유결합으로 이루어진 물질에서는 공유전자쌍이 전기음성도가 큰 원소의 원자쪽으로 완전히 넘어갔다고 생각하고 산화수를 쓴다.

례를 들어 극성공유결합으로 이루어진 메탄 $CH_4$에서 C는 전자 4개를 받아 환원되였고 H는 각각 전자 1개씩을 내주고 산화되였다.

따라서 C의 산화수는 －4이고 H의 산화수는 ＋1이다.

무극성공유결합으로 이루어진 물질에서는 공유전자쌍이 어느 원소의 원자쪽으로도 끌려가지 않았으므로 산화수는 0(령)이다.

례를 들어 $H_2$, $O_2$, $N_2$에서 H, O, N의 산화수는 각각 0(령)이다.

**5) 원소의 산화수의 크기를 표시하는 법**

① 원소의 원자가 내주었거나 받아들인 전자수를 원소기호우에 수자로 적는다.

② 전자를 내준 경우(산화된 경우)에는 수자앞에 ＋부호를 붙이고 전자를 받아들인 경우(환원된 경우)에는 －부호를 붙인다.

③ 원소의 원자들사이에 전자를 내주지도 않고 받지도 않았을 경우에는 0(령)으로 표시한다.

**례:** $\overset{+2}{Ca}\overset{-2}{O}$, $\overset{-4}{C}\overset{+1}{H}_4$, $\overset{0}{H}_2$, $\overset{0}{O}_2$

※ 이온의 전하수를 표시할 때에는 부호를 수자뒤에 쓰지만 산화수표시에서는 부호(＋, －)를 수자앞에 쓴다.

**6) 원소의 산화수크기를 알아보는 법**

① 단순물을 이루고있는 원소의 산화수는 언제나 0(령)이다.

그것은 단순물을 이루고있는 원소의 원자들사이에서는 전자를 주고받을것이 없기때문이다.

② 이온화합물에서 매 원소의 산화수는 이온의 전하수와 같으며 다만 표시법이 다르다.

**례:** $\overset{2+}{Ca}\overset{1-}{Cl}_2$ (전하수), $\overset{+2}{Ca}\overset{-1}{Cl}_2$ (산화수)

③ 공유화합물에서 매 원소의 산화수는 공유전자쌍의 수와 같다.

**례:** $SO_2 \rightarrow \overset{-2}{O}::\overset{+4}{S}::\overset{-2}{O}$

④ 한 원소의 산화수를 알고있을 때는 화학식에 기초하여 다른 원소의 산화수를 계산할수 있다.

계산은 모든 화합물에서 원소들의 +산화수와 −산화수의 합이 0(령)이라는데 기초한다.

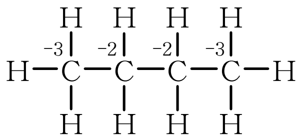
**례**: $Al_2O_3$에서 O의 산화수가 −2라는것을 알고 Al의 산화수를 다음과 같이 계산한다.

$$2x+3\times(-2)=0$$

$$2x=+6 \text{ 따라서 } x=+3$$

⑤ 화학식에 기초하여 계산할수 없는 화합물(주로 유기화합물)의 산화수는 구조식에 기초하여 알아볼수 있다.

**례**: 부탄 $C_4H_{10}$에서 탄소의 산화수는 다음과 같이 구조식에 의하여 알아낸다.




탄소원자들사이의 결합에서는 전자를 주고받은것이 없으며 탄소원자와 수소원자사이의 결합에서만 전자를 주고받았다. 그러므로 량끝의 두 탄소는 산화수가 −3이고 가운데 있는 두 탄소의 산화수는 −2이다.

⑥ 원자의 전자배치를 보고 그 원소가 가질수 있는 가장 큰 산화수와 가장 작은 산화수를 알아볼수 있다.

전형원소의 가장 큰 산화수는 맨바깥전자수와 같고 가장 작은 산화수는 맨바깥전자층이 8개로 채워지기 위해 받아들여야 할 전자의 수와 같다.

**례**: $_{16}S$; $K-2$, $L-8$, $M-6$

류황의 가장 큰 산화수는 +6이고 가장 작은 산화수는 −2이다.

⑦ 전형원소들의 산화수는 원소주기표의 족번호에 의해서도 알아볼수 있다.

전형원소들의 족번호의 하나자리수는 맨바깥전자수와 같으며 따라서 가장 큰 산화수와 같다.

**례:** 15족의 질소와 린…가장 큰 산화수는 +5, 가장 작은 산화수는 −3이다.

### 7) 원소의 산화수는 어떻게 쓰이는가

화학에서 원소의 산화수는 쓰이는데가 많다.

① 화학방정식을 보고 그 반응이 산화환원반응인가 아닌가를 판단하는데 쓰인다.

반응물과 생성물에서 원소들의 산화수가 변하였으면 산화환원반응이고 산화수의 변화가 없으면 산화환원반응이 아니다.

**례:** $2\overset{+1}{Na}\overset{-2}{O}\overset{+1}{H}+\overset{+1}{H_2}\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_4}=\overset{+1}{Na_2}\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_4}+2\overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$ …산화환원반응이 아니다.

$\overset{0}{Mg}+\overset{+1}{H_2}\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_4}=\overset{+2}{Mg}\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_4}+\overset{0}{H_2}$ …산화환원반응이다.

② 물질의 화학식을 보고 그 물질이 산화제로 될수 있는가 환원제로 될수 있는가를 판단하는데 쓰인다.

물질을 이루고있는 중심원소의 산화수가 가장 큰 경우에는 산화제로 되며 가장 작은 경우에는 환원제로 된다. 산화수의 크기가 중간정도인 경우에는 산화제로도 되고 환원제로도 될수 있다.

**례:** $\underbrace{H_2\overset{+6}{S}O_4}_{\text{산화제}},\ \underbrace{H_2\overset{+4}{S}O_3,\ \overset{+4}{S}O_2,\ \overset{0}{S}}_{\text{산화제 혹은 환원제}},\ \underbrace{H_2\overset{-2}{S}}_{\text{환원제}}$

③ 화합물들의 화학식을 세우는데 쓰인다.

화합물을 이루고있는 원소들의 산화수합은 언제나 0(령)이라는데 기초하여 밑수를 결정하면 화학식을 쓸수 있다.

**례:** 산화수가 +3인 Fe와 −2인 O와의 화합물인 산화철의 화학식을 다음과 같이 세울수 있다.

$$(+3)\times(\text{Fe의 밑수})+(-2)\times(\text{O의 밑수})=0$$

$$(+3)\times(\text{Fe의 밑수})=|(-2)|\times(\text{O의 밑수})$$

Fe의 밑수는 2이고 O의 밑수는 3이므로 화학식은 $Fe_2O_3$이다.

### 8) 원소의 원자가란 무엇인가

원소의 원자가라는것은 한 원소의 원자가 다른 원소의 원자 몇개와 결합할수 있는가 하는 능력을 나타내는 수이다.

간단히 말하여 원자가는 원소의 원자가 화학결합을 할수 있는 능력이다.

이 능력을 비교하기 위하여 수소원자 몇개와 결합할수 있는가 하는 수소원소의 원자가로 나타낸다. 례를 들어 탄소원자는 수소원자 4개와 결합하므로 탄소의 원자가는 4이다.

수소원자는 언제나 하나의 공유전자쌍으로 다른 원자와 결합한다.

그러므로 화학결합에 참가한 공유전자쌍의 수를 **원소의 원자가**라고도 부른다.

매개 화학원소는 정해진 원자가를 가지고있다.

**몇가지 화학원소의 원자가**

| 원소이름 | 원소기호 | 원자가 | 원소이름 | 원소기호 | 원자가 |
|---|---|---|---|---|---|
| 수 소 | H | 1 | 나트리움 | Na | 1 |
| 염 소 | Cl | 1 | 칼 리 움 | K | 1 |
| 산 소 | O | 2 | 마그네시움 | Mg | 2 |
| 질 소 | N | 3, 4 | 칼 시 움 | Ca | 2 |
| 탄 소 | C | 4 | 알루미니움 | Al | 3 |
| 류 황 | S | 4,6 | 철 | Fe | 2,3 |

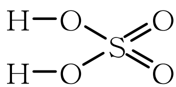
### 9) 원소의 원자가는 어떻게 쓰이는가

원소의 원자가는 분자의 구조식을 쓰는데 특히 유기물질들의 구조식을 쓰는데 널리 리용된다.

구조식이라는것은 분자를 이루고있는 원자들사이의 결합을 선분으로 나타낸 화학식이다.

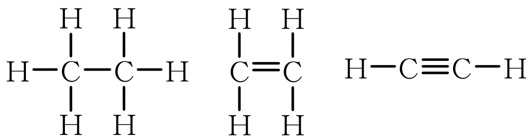
구조식에서의 선분의 수가 원소의 원자가와 맞먹는다.

례를 들어 류황의 원자가는 6가, 산소의 원자가는 2가, 수소의 원자가는 1가이므로 류산 $H_2SO_4$의 구조식은 다음과 같이 쓴다.



모든 유기화합물에서 탄소의 원자가는 4가이고 수소의 원자가는 1가이므로 모든 유기화합물의 구조식은 그에 알맞게 씌여진다.

례를 들어 에탄 $C_2H_6$, 에틸렌 $C_2H_4$, 아세틸렌 $C_2H_2$의 구조식은 각각 다음과 같이 쓴다.




### 3. 멘델레예브원소주기법칙과 멘델레예브원소주기표

#### 1) 멘델레예브원소주기법칙이란 무엇인가

멘델레예브원소주기법칙은 원소의 성질이 원자구조와 어떤 관계에 있는가를 밝혀주는 법칙이다.

이 법칙을 발견한 학자인 멘델레예브의 이름을 덧붙여서 멘델레예브원소주기법칙이라고 부른다.

멘델레예브원소주기법칙의 내용은 원자번호가 커감에 따라 화학원소들의 성질이 규칙적으로, 주기적으로 변한다는것이다.

Z＝3인 Li으로부터 Z＝20인 Ca까지의 화학원소들에서 원자번호가 커지는 차례로 전자배치를 하여보면 원자들의 전자배치가 규칙적으로, 주기적으로 변한다. 즉 원자번호가 커감에 따라 원자의 맨바깥전자수가 1에서부터 8까지 하나씩 규칙적으로 늘어난다. 그리고 그다음에는 전자층의 수가 하나 늘면서 이런 규칙적인 변화가 되풀이된다.

그런데 원소의 성질(전기음성도와 산화수)은 전자배치에 의존된다.

원자번호가 커감에 따라 원자들의 전자배치가 규칙적으로, 주기적으로 변하므로 그 원소들의 성질도 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

원자의 맨바깥전자수가 1부터 7까지 커감에 따라 원소의 전기음성도가 점점 커지며 원소의 가장 큰 산화수도 점점 커진다. 그다음에 전자층수가 하나 늘면서 이런 변화가 되풀이된다.

이렇게 원소의 원자번호가 커감에 따라 원소의 전자배치(원자구조)가 규칙적으로, 주기적으로 변하며 이에 따라 원소의 성질도 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

### 2) 멘델레예브원소주기표는 어떻게 이루어졌는가

멘델레예브원소주기표는 멘델레예브원소주기법칙에 기초하여 만들어진 표이다.

원소주기표형식에는 여러가지가 있는데 현재 쓰이는것은 18족형 원소주기표이다.

18족형원소주기표는 7개의 주기와 18개의 족으로 되여있다.

멘델레예브원소주기표에서 가로줄을 **주기**라고 부른다. 제1주기에는 원소가 2개, 제2주기와 3주기에는 각각 8개씩의 원소가 놓여있다. 이 세개 주기를 **짧은 주기**라고 부른다.

제4주기와 5주기에는 각각 18개씩의 원소가 놓이고 제6주기와 7주기에는 각각 32개씩의 원소가 놓인다. 4～7주기를 **긴 주기**라고 부른다.

멘델레예브원소주기표에서 세로줄을 **족**이라고 부른다. 18개의 족가운데서 9개족(1, 2, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18족)의 원소들은 전형원소이고 나머지 9개족(3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11족)의 원소들은 파도원소이다.

### 3) 멘델레예브원소주기표와 원자의 전자배치사이의 호상관계

멘델레예브원소주기표는 원자의 전자배치와 밀접한 관계를 가지고있다.

① 멘델레예브원소주기표의 원자번호는 전자배치에서 전자의 총수를 나타낸다.

**례:** 원자번호가 34인 셀렌 Se원자에는 전자가 34개 있다.

② 멘델레예브원소주기표의 주기번호는 전자배치에서 전자층의 수를 나타낸다.

**례:** 제4주기에 놓여있는 원소들의 원자의 전자층수는 모두 4개씩이다.

③ 멘델레예브원소주기표에서 전형원소들의 족번호의 하나자리수는 전자배치에서 맨바깥전자수를 나타낸다.

**례:** 2족과 12족원소들의 전자배치에서 맨바깥전자수는 각각 2개씩이며 6족과 16족원소들의 맨바깥전자수는 각각 6개씩이다.

멘델레예브원소주기표와 원자의 전자배치사이의 이런 관계를 리용하여 주기표에서의 자리(원자번호, 주기번호, 족번호)에 기초하여 모든 전형원소들의 전자배치모형을 쉽게 나타낼수 있다.

**례:** 제4주기 16족 34번원소의 전자배치모형

전자층수－4개, 맨바깥전자수－6개, 전자총수－34개

$K$－2, $L$－8, $M$－18, $N$－6

#### 4) 멘델레예브원소주기표에서 원소들의 전기음성도변화

멘델레예브원소주기표에서는 원소의 성질인 전기음성도(전기적양성과 전기적음성)가 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

① 같은 주기안에서는 원자번호가 커감에 따라 전형원소들의 전기음성도가 점점 커진다. 즉 원소들의 전기적양성은 점점 약해지고 반대로 전기적음성은 점점 세진다.

② 같은 족안에서는 원자번호가 커감에 따라 전형원소들의 전기음성도가 점점 작아진다. 즉 원소들의 전기적양성은 점점 세지고 반대로 전기적음성은 점점 약해진다.

#### 5) 멘델레예브원소주기표에서 원소들의 산화수변화

멘델레예브원소주기표에서는 원소의 성질인 가장 큰 산화수도 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

① 같은 주기안에서는 원자번호가 커감에 따라 전형원소들의 가장 큰 산화수는 ＋1로부터 ＋8까지 점점 커진다.

(가장 큰 산화수의 크기는 족번호의 하나자리수와 같다.)

② 같은 족안에서는 모든 원소들의 가장 큰 산화수가 같다.

#### 6) 멘델레예브원소주기표에서 단순물들의 화학성질(활성)변화

멘델레예브원소주기표에는 화학원소들의 성질변화만이 아니라 그 원소들이 만드는 단순물들의 화학성질(활성)변화도 반영되여있다.

단순물의 화학성질에서 중요한것은 금속으로서의 활성(환원제적성질)과 비금속으로서의 활성(산화제적성질)이다.

단순물의 활성은 원소주기표에서 매우 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

① 멘델레예브원소주기표의 매 주기안에서는 원자번호가 커짐에 따라 원소들이 만드는 단순물들의 금속으로서의 활성(환원제적성질)은 점점 약해지고 반대로 비금속으로서의 활성(산화제적성질)은 점점 세진다.

례를 들어 3주기에서 보면 금속들의 활성은 Na>Mg>Al순서이고 비금속들의 활성은 Si<P<S<$Cl_2$순서이다.

이것은 그 단순물을 이루고있는 원소들의 전기음성도가 규칙적으로 커지는것과 관련된다.

② 멘델레예브원소주기표의 매 족안에서는 원자번호가 커짐에 따라 원소들이 만드는 단순물들의 금속으로서의 활성(환원제적성질)은 점점 세지고 반대로 비금속으로서의 활성(산화제적성질)은 점점 약해진다.

례를 들어 1족 알카리금속들의 활성은 Li<Na<K<Rb<Cs차례이고 17족 할로겐단순물들의 활성은 $F_2$>$Cl_2$>$Br_2$차례이다.

이것은 족안에서 그 단순물을 이루고있는 원소들의 전기음성도가 규칙적으로 작아지는것과 관련된다.

### 7) 멘델레예브원소주기표에서 산화물들의 성질변화

산화물의 성질에서 중요한것은 산성과 염기성이다.

멘델레예브원소주기표에서는 원소들의 전기적양성과 전기적음성이 규칙적으로, 주기적으로 변하는데 따라 그 원소들이 만든 가장 큰 산화수의 산화물들의 산성과 염기성도 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

① 같은 주기안에서는 원자번호가 커감에 따라 전형원소들이 만든 가장 큰 산화수의 산화물의 염기성은 점점 약해지고 반대로 산성은 점점 세지며 그 중간에서는 량성을 가진다.

**례:** 제3주기에 놓여있는 원소들이 만든 산화물의 성질은 다음과 같이 변한다.

$Na_2O$, MgO, $Al_2O_3$, $SiO_2$, $P_2O_5$, $SO_3$, $Cl_2O_7$

← 염기성 　 량성 　 산 성 →

② 같은 족안에서는 원자번호가 커짐에 따라 산화물들의 염기성은 점점 세지고 반대로 산성은 점점 약해진다.

### 8) 멘델레예브원소주기표에서 수산화물들의 성질변화

수산화물은 조성에 수산기(OH)를 가지고있는 염기와 산소산을 통털어 부르는 말이다.

양성원소의 수산화물은 염기(례: NaOH)이고 음성원소의 수산화물은 산소산(례: $H_2SO_4$)이다.

수산화물의 산성과 염기성은 중심원소의 성질에 의존된다.

① 같은 주기안에서는 원자번호가 커짐에 따라 전형원소들이 만든 가장 큰 산화수의 수산화물의 염기성은 점점 약해지고 반대로 산성은 점점 세진다.

**례:** 제3주기에 놓여있는 원소들이 만든 수산화물의 성질은 다음과 같이 변한다.

NaOH, $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $H_2SiO_3$, $H_3PO_4$, $H_2SO_4$, $HClO_4$

← 염기성(염기)　　량성　　산성(산소산) →

② 같은 족안에서는 원자번호가 커감에 따라 가장 큰 산화수의 수산화물들의 염기성은 점점 세지고 반대로 산성은 점점 약해진다.

## 4. 멘델레예브원소주기표의 활용

### 1) 원소의 원자들의 전자배치모형 알아보기

멘델레예브원소주기표와 원자의 전자배치사이의 호상관계를 잘 알고있으면 어떤 전형원소든지 주기표에 놓여있는 자리(주기번호, 족번호, 원자번호)에 기초하여 그 원소의 전자배치모형을 알아볼수 있다.

① 멘델레예브원소주기표의 주기번호에 기초하여 원자의 전자층수를 알아낸다.

② 멘델레예브원소주기표의 족번호에 기초하여 원자의 맨바깥전자수를 알아낸다.

③ 멘델레예브원소주기표의 원자번호에 기초하여 원자의 전자총수를 알아내고 전자배치규칙에 따라 그 전자들을 배치한다.

**례:** 제5주기 14족 50번원소의 전자배치모형

전자층수－5개, 맨바깥전자수－4개, 전자총수－50개

$K$－2, $L$－8, $M$－18, $N$－18, $O$－4

### 2) 전형원소들의 성질 알아보기

원소의 성질을 알아본다는것은 전기음성도(전기적양성과 전기적음성의 세기)와 산화수를 알아보는것이다.

① 멘델레예브원소주기표에서 오른쪽 웃부분에 놓여있는 원소들은 전기적음성이 센 음성원소들이고 왼쪽 아래부분에 놓여있는 원소들은 전기적양성이 센 양성원소들이다. 그리고 그가운데 대각선방향으로 놓여있는 원소들은 량성원소이다.

② 멘델레예브원소주기표의 주기안에서는 오른쪽에 놓여있는 원소일수록 전기음성도(전기적음성의 세기)가 크며 족안에서는 아래에 놓여있는 원소일수록 전기음성도(전기적음성의 세기)가 작다.

③ 전형원소가 놓여있는 족번호만 알면 그 원소의 산화수를 알아볼수 있다.

원소의 가장 큰 산화수는 족번호의 하나자리수와 같고 가장 작은 산화수는 8에서 족번호의 하나자리수를 던값과 같다. 즉 가장 작은 산화수는 맨바깥전자층이 전자 8개로 채워지기 위해 받아들여야 할 전자수와 같다.

가장 큰 산화수=족번호의 하나자리수

가장 작은 산화수=8－족번호의 하나자리수

**례:** 16족에 놓여있는 셀렌 Se의 산화수는 다음과 같다.

가장 큰 산화수는 +6, 가장 작은 산화수는 －2

### 3) 단순물의 종류와 그 활성 알아보기

단순물의 종류와 활성은 그 단순물을 만든 화학원소의 전기음성도값에 의하여 알아볼수 있다.

① 전기음성도가 작은 양성원소가 만든 단순물은 금속이고 전기음성도가 큰 음성원소가 만든 단순물은 비금속이다.

따라서 멘델레예브원소주기표의 왼쪽 아래부분에 놓여있는 원소들이 만든 단순물은 모두 금속이고 오른쪽 웃부분에 놓여있는 원소들이 만든 단순물은 모두 비금속이다.

② 전기음성도값이 보다 작은 양성원소가 만든 단순물일수록 금속으로서의 활성(환원제적성질)이 크다.

**례:** 전기음성도값이 0.9인 나트리움이 만든 단순물(금속나트리움)보다 전기음성도값이 0.8인 칼리움이 만든 단순물(금속칼리움)의 활성이 더 크다.

$Na < K$

따라서 멘델레예브원소주기표에서 전기음성도가 제일 작은 원소인 프란시움(Fr)이 만든 단순물이 금속으로서의 활성은 제일 크다.

③ 전기음성도값이 보다 큰 음성원소가 만든 단순물일수록 비금속으로서의 활성(산화제적성질)이 크다.

**례:** 전기음성도값이 3.0인 염소가 만든 단순물($Cl_2$)은 전기음성도값이 2.8인 브롬이 만든 단순물($Br_2$)보다 활성이 크다.

$Cl_2 < Br_2$

따라서 멘델레예브원소주기표에서 전기음성도값이 제일 큰 원소인 불소(F)가 만든 단순물($F_2$)이 비금속으로서의 활성은 제일 크다.

#### 4) 산화물들의 화학식과 성질 알아보기

산화물의 화학식을 세우자면 중심원소의 산화수를 알고있으면 되고 산화물의 성질을 알아내자면 중심원소가 양성원소인가, 음성원소인가를 알고있으면 된다.

원소주기표를 보고 임의의 전형원소가 가지는 산화수와 전기음성도(전기적양성과 전기적음성의 세기)를 알아낼수 있으므로 그 전형원소가 만든 산화물의 화학식과 성질도 알아볼수 있다.

① 전형원소가 놓여있는 족번호만 알면 그 원소가 만든 산화물의 화학식을 세울수 있다.

**례:** 15족에 놓여있는 질소 N의 산화물의 화학식

15족이므로 가장 큰 산화수는 +5, 산소의 산화수는 언제나 −2

$$(+5)\times\boxed{\text{밑수}} = |(-2)|\times\boxed{\text{밑수}}$$

5와 2의 최소공통배수는 10이므로

$$(+5)\times\boxed{2} = |(-2)|\times\boxed{5}$$

따라서 화학식은 $N_2O_5$이다.

② 산화물을 만든 전형원소가 양성원소이면 그 산화물은 염기성 산화물이고 반대로 음성원소이면 그 산화물은 산성산화물이며 해당한 산화물로서의 일반성질을 다 가진다.

**례:** $P_2O_5$의 성질－음성원소의 산화물이므로 산성산화물로서의 성질을 가진다. 즉 염기와 반응하여 염과 물을 만들며 물과 반응하여 산(린산)을 만드는 성질을 가진다.

### 5) 수산화물들의 화학식과 성질 알아보기

수산화물의 화학식을 세우자면 중심원소의 산화수를 알고있으면 되고 수산화물의 성질을 알아내자면 중심원소가 양성원소인가 음성원소인가를 알고있으면 된다.

이것은 원소주기표에 기초하여 쉽게 알아볼수 있다.

① 전형원소가 놓여있는 족번호만 알면 그 원소가 만든 수산화물(산소산 혹은 염기)의 화학식을 세울수 있다.

수산화물의 조성인 수산기(OH)의 산화수합은 언제나 －1이므로 중심원소(X)의 ＋산화수에 따라 수산화물들의 화학식은 쉽게 세워진다.

$$\overset{+1}{X}OH,\ \overset{+2}{X}(OH)_2,\ \overset{+3}{X}(OH)_3,\ \overset{+6}{X}(OH)_6,\ \cdots$$

② 수산화물을 만든 중심원소가 양성원소이면 그 수산화물은 염기성을 가진 염기이며 따라서 염기로서의 일반성질을 가진다.

③ 수산화물을 만든 중심원소가 음성원소이면 그 수산화물은 산성을 가진 산소산이며 따라서 산으로서의 일반성질을 가진다.

**례:** 16족에 놓여있는 셀렌 Se가 만든 수산화물의 화학식과 성질

- 화학식: Se의 산화수가 ＋6이므로

$$\overset{+6}{Se}(OH)_6 \longrightarrow H_6SeO_6 \xrightarrow{-2H_2O} H_2SeO_4$$

- Se는 음성원소이므로 산성을 가진 산소산이며 따라서 산의 일반성질을 나타낸다.

※ 산소산이므로 수소원소를 맨앞에 쓰고 물을 떼내여 수소원자수가 최소로 되게 한다. 그래야 화학식이 간단해진다.

## 제2장 복습문제

1) 멘델레예브원소주기표의 1족원소인 알카리금속원소들의 전자배치에서 같은 점과 다른 점은 무엇이며 그것에 기초하여 성질에서 비슷한 점과 다른 점을 말하여라.

2) 원소주기표의 17족원소인 할로겐원소들의 전자배치에서 같은 점과 다른 점은 무엇이며 그것에 기초하여 성질에서 비슷한 점과 다른 점을 말하여라.

3) 원소주기표의 18족원소인 드문기체원소들의 전자배치에서 같은 점은 무엇이며 그것에 기초하여 성질에서 비슷한 점을 말하여라.

4) 원소주기표의 제2주기와 제3주기에 놓여있는 원소들의 전기적양성과 전기적음성 그리고 산화수의 크기가 어떻게 변하는가를 설명하여라.

5) 원소주기표를 보면서 아연과 스트론티움의 전자배치모형을 나타내고 그것에 기초하여 다음의 물음에 대답하여라.

   ① 이 원소들은 어떤 성질을 가지겠는가?

   ② 이 원소들이 만든 산화물의 화학식과 그 성질은 어떠하겠는가?

   ③ 이 원소들이 만든 수산화물(산소산)의 화학식과 그 성질은 어떠하겠는가?

6) 원소의 전기음성도값을 보면서 다음 원소의 원자들사이에 어떤 화학결합을 하겠는가와 공유결합의 극성은 어느것이 세고 어느것이 약하겠는가를 말하여라.

   H－N, H－F, Na－O, Ca－Cl, C－O, O－O, C－Cl

7) 철의 산화수는 ＋3, 류황의 산화수는 ＋6, 산소의 산화수는 －2라는것을 알고 철과 류산기로 이루어진 류산철(Ⅲ)의 화학식을 세워라.

8) 산화수에 기초하여 다음의 화학반응들이 산화환원반응인가 아닌가를 판단하여라.

① $Zn+2HCl=ZnCl_2+H_2$

② $ZnO+2HCl=ZnCl_2+H_2O$

③ $BaCl_2+H_2SO_4=BaSO_4+2HCl$

④ $2KClO_3=2KCl+3O_2$

⑤ $2C_2H_2+5O_2=4CO_2+2H_2O$

9) 원소의 성질인 전기음성도와 산화수, 원자가는 각각 무엇을 규정하여주는 값인가? 서로 다른 점은 무엇인가?

10) 다음의 화학변화들을 화학방정식으로 쓰고 원소들의 산화수변화에 기초하여 산화환원반응인것과 아닌것을 가려보아라.

① 동→산화동→류산동→수산화동→산화동→동

② 질소→암모니아→산화질소→이산화질소→질산→질산암모니움

# 제3장. 화학결합, 결정구조

## 1. 이온결합과 이온결정

### 1) 이온결합이란 무엇인가

이온결합이라는것은 양이온과 음이온사이의 전기적끌힘에 의하여 이루어지는 화학결합이다.

례를 들어 소금(염화나트리움)은 이온으로 이루어진 물질인데 양이온은 나트리움이온 $Na^+$이고 음이온은 염소이온 $Cl^-$이다. $Na^+$과 $Cl^-$은 전기적끌힘으로 서로 결합하고있다.

이온으로 이루어진 물질(이온화합물)에서 이온들사이의 결합은 다 이온결합이다.

이온결합은 다음과 같이 일어난다.

두 원소의 원자들이 만나면 서로 작용하여 전자를 주고받아서 양이온과 음이온으로 되고 이 이온들사이에 전기적끌힘이 작용하여 화학결합이 일어난다.

### 2) 이온결합은 어떤 원소의 원자들사이에서 이루어지는가

이온결합은 전기음성도차가 큰 원소의 원자들사이에서 일어난다. 다시말하면 전기적양성이 센 양성원소의 원자와 전기적음성이 센 음성원소의 원자사이에서 이루어진다.

대체로 전기음성도차가 2.0이상인 경우에 이온결합이 일어난다고 본다. 그것은 전기음성도가 작은 양성원소의 원자는 전자를 내주고 양이온으로 되기 쉬우며 반대로 전기음성도가 큰 음성원소의 원자는 전자를 받아서 음이온으로 되기 쉽기때문이다.

례를 들어 Na원자와 Cl원자가 만나서 이온결합을 하는것은 그들의 전기음성도차가 2.1이기때문이다.(Na의 전기음성도는 0.9이고 Cl의 전기음성도는 3.0이므로 그 차는 $3.0-0.9=2.1$이다.)

그러므로 결합하고있는 두 원소의 전기음성도값을 비교하여보면 그 결합이 이온결합인가 아닌가를 판단할수 있다.

### 3) 이온결정이란 무엇인가

이온결정이라는것은 결정의 마디에 양이온과 음이온이 엇바뀌여 놓여있고 그것들사이에 이온결합을 하고있는 결정이다.

소금결정을 비롯하여 이온으로 이루어진 물질들의 결정은 모두 이온결정이다.

이온결정은 수많은 양이온들과 음이온들로 이루어졌는데 양이온둘레에는 음이온들이 들어붙고 음이온둘레에는 양이온들이 들어붙어서 결정이 이루어졌다. 그러므로 이온결정으로 된 물질의 화학식은 조성식으로 쓴다.

### 4) 이온결정으로 된 물질의 물리성질

무기화합물들가운데는 이온결정으로 된 물질들이 많다. 이 물질들은 일반적으로 다음과 같은 물리성질을 가진다.

① 녹음점이 높고 굳으며 승화되지 않는다.

례를 들어 염화나트리움($NaCl$)의 녹음점은 800℃이고 산화마그네시움($MgO$)의 녹음점은 2 800℃나 된다.

② 이온결정으로 된 물질들은 힘을 받으면 쉽게 부스러진다.

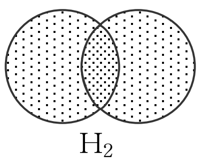
③ 이온결정으로 된 물질들은 녹은 상태와 용액상태에서 전기를 잘 흘러보낸다.

## 2. 공유결합과 원자결정, 분자결정

### 1) 공유결합이란 무엇인가

공유결합이라는것은 두 원자가 전자쌍을 함께 가지면서 이루는 화학결합이다. 다시말하면 두 원자의 전자구름이 서로 겹쌓여서 이루어지는 화학결합이 공유결합이다.

례를 들어 수소분자($H_2$)는 두개의 수소원자가 하나의 공유전자쌍에 의하여 든든히 결합하고있는 분자이다.



$H_2$

공유전자쌍은 전자구름에 겹쌓인 부분과 같다.

분자를 이루고있는 원자들사이의 모든 화학결합은 공유결합이다. 그리고 단순물인 비금속에서 원자들사이의 결합도 다 공유결합이다.

공유결합은 견고하다.

공유결합은 다음과 같이 일어난다고 볼수 있다.

성질이 같거나 비슷한 두 원자가 만나면 각각 전자를 하나씩 내여 전자쌍을 만들고 그 전자쌍을 두 원자가 공동으로 가지면서 화학결합이 일어난다고 볼수 있다.

### 2) 공유결합은 어떤 원소의 원자들사이에서 이루어지는가

공유결합은 전기음성도가 같거나 비슷한 음성원소의 원자들사이에서 이루어진다. 다시말하면 두 원소의 전기음성도차가 0(령)이거나 0(령)보다는 크고 2.0보다 작은 경우에 공유결합이 이루어진다.

① 전기음성도가 같은 두 원자사이의 공유결합은 **무극성공유결합**이다.

단순물분자들($H_2$, $O_2$, $N_2$, …)과 원자로 이루어진 단순물결정(원자결정)은 무극성공유결합으로 이루어졌다.

② 전기음성도가 비슷한 두 원소의 원자들사이의 공유결합은 **극성공유결합**이다.

화합물분자들($H_2O$, $CO_2$, $CH_4$, … )은 극성공유결합으로 이루어졌다.

례를 들어 물분자($H_2O$)에서 전기음성도가 3.5인 산소와 전기음성도가 2.1인 수소원자사이의 전기음성도차는 3.5－2.1＝1.4이므로 극성공유결합이다.

이렇게 결합하고있는 두 원소의 전기음성도값을 비교하여보면 공유결합인가 아닌가 그리고 극성공유결합인가 무극성공유결합인가를 판단할수 있다.

### 3) 시그마($\sigma$)결합과 파이($\pi$)결합

공유결합은 두 원자의 전자구름이 두 원자핵을 잇는 결합축우에서 겹쌓이면서 일어날수도 있고 결합축에 수직인 방향에서 겹쌓이면서 일어날수도 있다.

<u>시그마($\sigma$)결합이란 두 원자의 전자구름이 결합축우에서 겹쌓여져서 이루어진 공유결합을 말한다.</u>

모든 단결합은 다 시그마($\sigma$)결합이다. $\sigma$결합은 $s$전자구름과 $s$전자구름사이에서만이 아니라 $s$전자구름과 $p$전자구름사이 그리고 $s$전자구름과 혼성전자구름사이에서도 일어난다.

파이($\pi$)결합이란 두 원자의 전자구름이 결합축에 수직인 방향에서 겹쌓여져서 이루어진 공유결합을 말한다.

2중결합과 3중결합에서 하나는 $\sigma$결합이고 나머지는 $\pi$결합이다.

$\pi$결합은 p전자구름과 p전자구름이 서로 평행으로 겹쌓여져서 이루어진다.

$\pi$결합은 $\sigma$결합에 비하여 약하다. 그것은 겹쌓인 전자구름($\pi$전자구름)이 연하고 핵으로부터 먼곳에 놓여있기때문이다.

#### 4) 원자결정이란 무엇인가

원자결정이란 결정의 마디에 원자들이 놓여있으며 그것들사이에 공유결합을 하고있는 결정을 말한다.

원자결정에는 금강석을 비롯하여 흑연결정, 규소결정, 게르마니움결정 등 비금속결정들과 전기음성도차가 거의 없는 원소들사이의 화합물인 탄화규소(SiC)와 질화붕소(BN)결정 등이 속한다. (SiC를 카보런덤, BN을 보라존이라고도 부른다.)

원자결정으로 된 물질의 화학식은 조성식이다.

#### 5) 원자결정으로 된 물질의 물리성질

원자결정으로 된 물질들은 그 구조(원자사이의 거리라든가, 결합을 이룬 각 등)가 약간씩 다르므로 물리성질에서도 차이가 있지만 일반적으로 다음과 같은 성질을 가진다.

① 매우 굳고 녹음점이 높다. 모오스로 금강석의 굳기는 10, 카보런덤의 굳기는 9.5, 규소결정의 굳기는 7.0이다. 그리고 금강석의 녹음점은 3 500℃나 된다.

② 승화되지 않으며 물에 용해되지 않는다.

③ 거의다 전기전도성이 없다.

#### 6) 분자결정이란 무엇인가

분자결정이란 결정의 마디에 분자들이 놓여있으며 그 분자들이 서로 끌힘(반데르왈스힘)을 미치면서 이루어진 결정을 말한다.

분자결정에는 얼음결정을 비롯하여 고체탄산결정, 요드결정 그리고 나프탈린과 사탕 등의 결정들이 속한다.

얼음은 물분자($H_2O$)들이 모여붙어서 이루어진 분자결정이고 고체탄산은 탄산가스분자($CO_2$)들이 모여붙어서 이루어진 분자결정이다. 그리고 진한 보라색의 요드결정은 요드분자($I_2$)들이 모여붙어서 이루어진 분자결정이고 나프탈린은 나프탈린분자($C_{10}H_8$)들이 모여붙어서 이루어진 분자결정이다.

분자결정에서 분자들사이에 작용하는 끌힘(반데르왈스힘)은 매우 약하다.

분자결정으로 된 물질들의 화학식은 분자식으로 쓴다.

#### 7) 분자결정으로 된 물질의 물리성질

분자결정으로 된 물질들은 대체로 분자사이의 끌힘이 약한것과 관련하여 다음과 같은 물리적성질을 가진다.

① 굳지 못하고 부스러지기 쉽다.

② 녹음점이 낮으며 승화되기 쉽다.

③ 전기전도성이 없다.

### 3. 금속결합과 금속결정

#### 1) 금속결합이란 무엇인가

금속결합이란 금속양이온과 자유전자사이의 전기적끌힘에 의하여 이루어지는 화학결합을 말한다.

금속의 원자들은 양성원소의 원자들이므로 맨바깥전자를 쉽게 내보내고 양이온으로 된다. 금속원자들에서 떨어져나온 전자들은 자유로이 운동하는 자유전자들이다.

금속양이온과 자유전자들사이에서는 서로 전기적끌힘이 작용하며 이 힘에 의하여 양이온들은 흩어지지 않고 결합한다.

#### 2) 금속결합은 어떤 원소의 원자들사이에 이루어지는가

금속결합은 전기음성도가 작은 양성원소의 원자들사이에서 이루어진다.

전기음성도가 작은 양성원소의 원자들은 맨바깥전자를 쉽게 내보내고 양이온으로 된다. 실제로 금속을 이루고있는 원자들은 양이온상태로 들어있다. 그리고 금속원자에서 떨어져나온 전자들은 자유전자로 되여 금속결합을 이룬다.

### 3) 금속결정과 그 성질

금속결정이라는것은 결정의 마디에 금속양이온들이 놓여있고 그것들이 금속결합을 하고있는 결정이다.

모든 금속은 금속결정이다. 금속의 물리성질은 금속결정의 구조와 관련되여있다.

① 금속들은 전기전도성과 열전도성이 좋다.

금속들이 전기와 열을 잘 전달하는것은 금속결정에 있는 자유전자들이 쉽게 이동하기때문이다.

② 금속들은 벼림성을 가진다. 즉 쉽게 판으로 펴지는 성질(전성)과 가는 줄로 뽑아지는 성질(연성)이 있다. 그것은 금속결정에서 금속결합이 잘 끊어지지 않기때문이다.

## 4. 배위결합과 착화합물

### 1) 배위결합이란 무엇인가

배위결합이란 한쪽 원자의 외로운전자쌍을 함께 가지면서 이루는 공유결합을 말한다.

배위결합은 공유결합의 특수한 형태이다.

공유결합은 공유전자쌍을 함께 가지면서 이루어지지만 배위결합은 외로운전자쌍을 함께 가지면서 이루어진다.

공유결합을 할 때 원자의 맨바깥전자층에 있는 홀전자들은 결합에 참가하지만 전자쌍은 공유결합에 참가하지 않는다. 이 전자쌍을 **외로운전자쌍**이라고 부른다.

화학기호를 점전자기호로 쓰면 외로운전자쌍이 표시된다.

**례:** $:\dot{\underset{\cdot}{\mathrm{N}}}\cdot$, $:\dot{\underset{\cdot}{\mathrm{O}}}:$, $:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}}\cdot$

우의 례에서 보는바와 같이 질소, 산소, 염소원자에는 외로운전자쌍이 각각 1개, 2개, 3개이다.

배위결합을 할 때 외로운전자쌍을 내는 알갱이(분자나 이온)를 **주개**라고 부르고 그것을 받는 알갱이를 **받개**라고 부른다.

배위결합은 주개와 받개사이에서 이루어진다.

례를 들어 $NH_3$분자와 $H^+$사이의 결합이 배위결합인데 $NH_3$분자가 주개이고 $H^+$은 받개이다.

$$H^+ + :NH_3 \rightarrow NH_4^+$$

### 2) 착화합물이란 무엇인가

착화합물이라는것은 착체 혹은 착이온이 들어있는 화합물이다.

주개와 받개사이의 배위결합으로 이루어진 원자의 집단을 착체라고 부르며 착체가 전기를 띤 이온일 때는 착이온이라고 부른다. 암모니움이온 $NH_4^+$은 착이온이다.

착이온인 $NH_4^+$이 들어있는 화합물들인 류안 $(NH_4)_2SO_4$, 질안 $NH_4NO_3$, 염안 $NH_4Cl$은 착화합물이다.

류산테트라암민동 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$도 착화합물인데 이 화합물에서 착이온은 테트라암민동이온 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$이다.

화학실험에서 자주 쓰는 황혈염 $K_4[Fe(CN)_6]$과 적혈염 $K_3[Fe(CN)_6]$도 착화합물이다.

착화합물들은 복염과 달리 수용액에서 착이온을 내면서 해리된다.

$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 = [Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$$

$$K_4[Fe(CN)_6] = 4K^+ + [Fe(CN)_6]^{4-}$$

그러나 복염에서는 조성원소와 원자단들이 다 제가끔 이온으로 해리된다. 례를 들어 복염인 명반은 수용액에서 다음과 같이 해리된다.

$$KAl(SO_4)_2 = K^+ + Al^{3+} + 2SO_4^{2-}$$

## 5. 극성분자와 무극성분자

### 1) 극성분자와 무극성분자란 무엇인가

분자에는 극성분자와 무극성분자가 있다.

극성분자라는것은 분자안에 +극과 −극을 가지고있는 분자이고 무극성분자라는것은 분자안에 +극과 −극이 없는 분자이다.

분자가 극성분자인가 무극성분자인가 하는것은 다음과 같이 정해진다.

① 결합의 극성에 의존한다. 공유결합이 극성결합인가 무극성결합인가에 따라 분자안에서도 극이 생길수 있다.

두 원자로 이루어진 분자에서는 결합이 극성결합이면 그 분자도 극성분자이고 결합이 무극성결합이면 분자도 무극성분자이다.

례를 들어 염화수소분자(HCl)에서는 두 원자사이의 결합이 극성결합이므로 분자도 극성분자이다. 그러나 산소분자($O_2$)에서는 두 원자사이의 결합이 무극성결합이므로 분자도 무극성분자이다.

② 분자안에서 원자들의 배렬상태(분자구조)에 의존된다. 즉 분자구조가 대칭구조인가 비대칭구조인가에 관계된다.

세개이상의 여러 원자로 이루어진 분자에서는 개개의 화학결합이 극성결합인 경우에도 분자구조가 대칭구조이면 그 분자가 무극성분자이고 비대칭구조이면 극성분자이다.

례를 들어 물분자($H_2O$)와 암모니아분자($NH_3$)는 비대칭구조이므로 그 분자가 극성분자이고 탄산가스분자($CO_2$)와 메탄분자($CH_4$)는 대칭구조이므로 그 분자가 무극성분자이다.

**2) 극성분자로 된 물질과 무극성분자로 된 물질의 물리성질에서 다른 점**

① 극성분자로 이루어진 분자결정은 무극성분자로 이루어진 분자결정보다 훨씬 더 굳다.

**례:** 얼음이 나프탈린보다 굳다.

② 극성분자로 된 기체는 무극성분자로 된 기체보다 액화되기 쉽다.

**례:** $NH_3$기체는 $CO_2$기체보다 쉽게 액화된다.

③ 극성분자로 된 기체는 무극성분자로 된 기체보다 물에 더 많이 용해된다.

**례:** HCl기체와 $NH_3$기체는 물에 많이 용해되지만 $CO_2$기체와 $O_2$기체는 적게 용해된다.

## 제3장 복습문제

1) 이온결합과 공유결합, 금속결합의 차이점을 다음의 물음에 따라 설명하여라.
   ① 어떤 원소의 원자들사이에서 이루어지는가?
   ② 결합을 이룰 때 매 원자들의 전자배치가 안정한 상태로 되는 까닭은 무엇인가?
2) 다음 원소들의 원자사이에 공유결합을 하는것과 이온결합을 하는 것을 찾고 결합이 이루어지는 과정을 설명하여라.
   수소, 산소, 나트리움, 염소, 탄소, 마그네시움
3) 다음 물질들은 어떤 화학결합으로 이루어졌는가?
   브롬($Br_2$), 동(Cu), 흑연(C), 암모니아($NH_3$), 산화칼리움($K_2O$), 에틸렌($C_2H_4$)
4) 다음 화학결합들의 차이점이 무엇인가?
   ① 이온결합과 금속결합
   ② 공유결합과 배위결합
   ③ 극성공유결합과 무극성공유결합
   ④ 시그마결합과 파이결합
5) 이온결정과 원자결정, 분자결정, 금속결정의 차이점을 다음의 물음에 따라 설명하여라.
   ① 결정의 마디에 어떤 알갱이들이 놓여있는가?
   ② 알갱이들사이에 어떤 화학결합을 하는가?
   ③ 결정으로 된 물질들의 물리성질에서 차이는 어떤것인가?
6) 이온결합에 의해서는 분자가 이루어지지 않고 결정만이 이루어지며 공유결합에 의하여서는 분자도 이루어지고 결정도 이루어진다. 그 까닭을 설명하여라.
7) 원자결정으로 된 금강석은 매우 굳고 녹음점이 높으며 전기전도성이 없으나 금속결정으로 된 철은 그보다 덜 굳고 녹음점이 낮으며 전기전도성이 있다. 그 까닭을 설명하여라.
8) 이온들인 $Na^{+}$, $O^{2-}$, $Mg^{2+}$, $Cl^{-}$, $Al^{3+}$가 있다. 다음의 물음에 대답하여라.
   ① 원자로부터 매 이온이 생기는 과정을 식으로 나타내여라.

② 매 이온의 전자배치모형을 나타내고 그것이 어느 원자의 전자배치모형과 같은가를 말하여라.

③ 매 이온의 핵전하수는 얼마이고 전자의 총수는 얼마인가?

④ 어느 이온들사이에서 이온결합이 이루어질수 있는가?

9) 질소원자에는 공유전자쌍을 만들수 있는 홀전자가 3개 있고 외로운전자쌍은 한개 있다.

그 까닭을 전자배치모형으로 설명하고 점전자기호로 나타내여라.

10) 착화합물인 적혈염과 황혈염에 대하여 다음의 물음에 대답하여라.

① 착이온은 무엇이며 그것을 이룬 주개와 받개는 어느것인가?

② 착화합물의 해리방정식을 쓰라.

③ 착이온의 전하수는 각각 얼마인가?

④ 원소들의 산화수는 얼마인가? 두 착화합물에서 철의 산화수가 같은가?

⑤ 두 화합물에 철이 각각 몇% 들어있는가?

11) 결합의 극성과 분자의 극성은 어떻게 다른가?

12) 어떤 경우에 공유결합이 극성을 띠며 결합의 극성은 무엇에 의존되는가?

13) 메탄을 비롯한 모든 포화탄화수소의 분자들이 무극성분자인 까닭을 설명하여라.

14) 염화수소기체는 물에 매우 많이 용해되는데 염소기체는 적게 용해되는 까닭을 설명하여라.

15) 다음 화학개념들의 차이점을 설명하여라.

① 전기적양성과 양성원소

② 전기적음성과 음성원소

③ 원소의 전기음성도와 단순물의 활성

④ 산화수와 원자가

⑤ 동위체와 동소체

# 제4장. 화학원소와 단순물

## 1. 양성원소와 금속

### 1) 알카리금속원소의 원자들의 전자배치와 성질

**전자배치**

주기표 1족에 속하는 원소들인 리티움 Li, 나트리움 Na, 칼리움 K, 루비디움 Rb, 세시움 Cs를 **알카리금속원소**라고 부른다.

모두 맨바깥전자층에 1개의 전자를 가지고있다. 따라서 공통적인 성질을 가진다.

원자번호가 커지면서 전자층수가 하나씩 늘어나며 그 결과 원자핵과 맨바깥전자사이의 거리가 멀어진다. 이것은 맨바깥전자가 원자에서 더 쉽게 떨어져나갈수 있게 하며 원소의 전기적양성과 단순물의 활성이 커지게 한다.

**알카리금속원소의 원자들의 전자배치**

| 원소 \ 전자층 | K | L | M | N | O | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $_{3}Li$ | 2 | 1 | | | | |
| $_{11}Na$ | 2 | 8 | 1 | | | |
| $_{19}K$ | 2 | 8 | 8 | 1 | | |
| $_{37}Rb$ | 2 | 8 | 18 | 8 | 1 | |
| $_{55}Cs$ | 2 | 8 | 18 | 18 | 8 | 1 |

**원소의 성질**

① 맨바깥전자 1개를 내주고 양이온으로 되려는 성질이 센 양성원소이다. 전기음성도는 작다.

② 산화수가 모두 +1이다.

$$\overset{+1}{Na}_2O,\ \overset{+1}{Na}Cl,\ \overset{+1}{K}OH$$

③ 원자번호차례로 전기적양성은 커진다. 원자번호가 제일 큰 세시움은 양성원소들가운데서 전기음성도가 제일 작다.

### 2) 금속나트리움의 성질과 존재

**물리성질**

① 은백색의 금속윤기를 가진 만문한 금속이다.

② 밀도($0.97g/cm^3$)가 물보다 작으며 녹음점은 98.8℃로서 끓는 물에서도 녹는다.

**화학성질**

① 활성이 큰 금속으로서 산소만이 아니라 염소, 류황과 같은 비금속과 반응한다.

$$4Na+O_2=2Na_2O$$
$$2Na+Cl_2=2NaCl$$
$$2Na+S=Na_2S$$

② 물과 세차게 반응한다.

$$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2$$

③ 산과도 잘 반응한다.

$$2Na+2HCl=2NaCl+H_2$$

**존재**

활성이 크므로 자연계에 화합물로만 있다. NaCl형태로 바다물에 용해되여있으며 광물형태로도 존재한다.

**3) 베릴리움족원소의 원자들의 전자배치와 성질**

주기표 2족에 놓이는 베릴리움 Be, 마그네시움 Mg, 칼시움 Ca, 스트론티움 Sr, 바리움 Ba을 **베릴리움족원소**라고 부른다.

**전자배치**

모두 맨바깥전자층에 2개의 전자를 가지고있다. 따라서 서로 비슷한 성질을 가진다.

원자번호가 커지면서 전자층수가 하나씩 늘어난다. 따라서 서로 다른 성질도 가진다.

**원소의 성질**

① 전자 2개를 내주고 안정한 전자구조를 가지려는 성질이 큰 전기적양성원소들이다.

② 산화수가 모두 +2인 화합물을 만든다.

$$\overset{+2}{Ca}O,\ \overset{+2}{Mg}CO_3,\ \overset{+2}{Ca}CO_3$$

③ 원자번호차례로 원소의 전기적양성이 점점 세진다.

### 4) 마그네시움의 성질과 용도

**물리성질**

① 전기와 열을 잘 전달하는 은백색의 금속이다.

② 가볍고(밀도 $1.74 g/cm^3$) 녹기 쉬운(녹음점 650℃) 금속이다.

**화학성질**

① 활성이 센 금속으로서 조금만 열을 주어도 눈부신 빛을 내면서 탄다.

$$2Mg + O_2 = 2MgO$$

② 비금속인 염소, 류황과도 반응한다.

$$Mg + Cl_2 = MgCl_2$$

$$Mg + S = MgS$$

③ 산과도 반응한다.

$$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$$

④ 화합물인 물과도 반응한다.

$$Mg + 2H_2O = Mg(OH)_2 + H_2$$

**용도**

가벼운 합금을 만드는데 쓴다.

**례:** 엘렉트론합금은 마그네시움과 알루미니움합금인데 마그네시움이 90%이다.

마그네시움은 조명탄, 소이탄, 축포탄을 만드는데 쓴다.

### 5) 알루미니움의 성질과 용도

**물리성질**

① 가볍고(밀도 $2.7 g/cm^3$) 무른 은백색의 금속이다.

② 전기와 열을 잘 흘려보낸다.

③ 쉽게 판으로 펴고 줄로 뽑을수 있다.

**화학성질**

① 활성이 센 금속으로서 가루상태의 알루미니움에 열을 주면 눈부신 빛을 내면서 탄다.

$$4Al+3O_2=2Al_2O_3$$

② 비금속인 염소와도 반응한다.

$$2Al+3Cl_2=2AlCl_3$$

③ 산, 알카리와도 반응한다.

$$2Al+6HCl=2AlCl_3+3H_2$$

$$2Al+2NaOH+2H_2O=2NaAlO_2+3H_2$$

알루민산나트리움

④ 금속알루미니움은 겉면이 촘촘한 산화물막($Al_2O_3$)으로 덮여있기때문에 알루미니움제품은 잘 부식되지 않으며 안정하다.

**용도**

알루미니움은 가볍고 굳으므로 로케트, 비행기, 자동차의 부분품과 여러가지 일용품들 그리고 가볍고 전기전도성이 좋으므로 각종 전기줄과 전기기구의 부분품을 만드는데 쓰인다.

## 2. 음성원소와 비금속

### 1) 할로겐족원소의 원자들의 전자배치와 성질

주기표의 17족에 놓여있는 불소 F, 염소 Cl, 브롬 Br, 요드 I를 **할로겐족원소**라고 부른다.

**전자배치**

모두 맨바깥전자층에 7개의 전자를 가지고있다. 따라서 서로 비슷한 성질이 나타난다.

원자번호가 커짐에 따라 전자층의 수가 하나씩 늘어난다. 따라서 성질에서 규칙적인 변화가 나타난다.

**할로겐원자들의 전자배치**

| 원소 | K | L | M | N | O |
|---|---|---|---|---|---|
| F | 2 | 7 | | | |
| $_{17}Cl$ | 2 | 8 | 7 | | |
| $_{35}Br$ | 2 | 8 | 18 | 7 | |
| $_{53}I$ | 2 | 8 | 18 | 18 | 7 |

**원소의 성질**

① 전자 1개를 쉽게 받아 안정한 다찬전자구조를 만들려는 성질이 큰 전기적음성원소들이다.

② 전기음성도가 매우 크다. 불소는 원소들가운데서 전기음성도(4)가 제일 크다.

③ 산화수는 −1외에 +7, +5, +3, +1을 가진다. 불소는 −1의 산화수만을 가진다.

$$H\overset{-1}{Cl},\ H\overset{+1}{Cl}O,\ H\overset{+3}{Cl}O_2,\ H\overset{+5}{Cl}O_3,\ H\overset{+7}{Cl}O_4$$

④ 원자번호가 커짐에 따라 전기음성도값이 점차 작아진다.

F−4, Cl−3, Br−2.8, I−2.6

**2) 염소의 성질**

**물리성질**

① 노란풀색을 띤 코를 찌르는듯 한 냄새를 가진 독있는 기체이다.

② 염소기체는 물 1체적에 2.5체적이 용해된다. 이 염소의 수용액을 **염소수**라고 부른다. 염소수에서 일부 염소는 물과 작용하여 염산과 차아염소산을 만든다.

$$Cl_2+H_2O=HCl+\underset{\text{차아염소산}}{HClO}$$

차아염소산은 센산화제이므로 색을 없애며 살균작용을 한다.

**화학성질**

① 활성이 센 비금속으로서 금속과 반응한다.

$$Cu+Cl_2=CuCl_2$$

② 비금속인 수소와도 빛을 쪼이면 세차게 반응한다.

$$Cl_2+H_2=\underset{\text{염화수소}}{2HCl}$$

염화수소를 물에 용해시키면 염산이 된다.

**3) 산소족원소의 원자들의 전자배치와 성질**

주기표 16족에 놓이는 산소 O, 류황 S, 셀렌 Se, 텔루르 Te, 폴로니움 Po을 **산소족원소**라고 부른다.

**전자배치**

맨바깥전자층에 모두 6개의 전자가 놓인다.

따라서 비슷한 성질이 나타난다.

원자번호가 커감에 따라 전자층의 수가 하나씩 늘어난다. 따라서 성질에서 규칙적인 변화가 나타난다.

**원소의 성질**

① 2개의 전자를 받아 다찬전자구조를 만들려는 성질이 큰 전기적음성원소들이다. 산소는 원소들가운데서 전기음성도(3.5)가 두번째로 큰 값을 가진다.

② 산화수는 －2외에 ＋4, ＋6을 가진다.

산소는 －2의 산화수만을 가진다.(과산화물 제외)

$$H_2\overset{-2}{S},\ H_2\overset{+6}{S}O_4,\ H_2\overset{+4}{S}O_3,\ \overset{+4}{S}O_2$$

③ 전기음성도값이 원자번호가 커감에 따라 점차 작아진다.

O－3.5, S－2.5, Se－2.4, Te－2.1, Po－2

**4) 산소의 성질과 용도**

**산소의 물리성질**

① 색, 냄새가 없는 기체이다.

② 공기보다 조금 무겁다.

③ 산소는 물에 적게 용해된다. 물 1L에 30mL정도 용해된다.

④ 산소기체에 압력을 주면서 몹시 식히면 액체로 된다.

**화학성질**

① 산소는 단순물과 세차게 반응한다. 이때 열과 빛이 나기도 한다.

$$C + O_2 = CO_2$$

$$4Fe + 3O_2 = 2Fe_2O_3$$

② 여러가지 화합물과도 반응한다.

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$$

산소속에서는 파라핀이나 나무도 밝은 빛을 내면서 탄다.

**용도**

① 순수한 산소는 높은 온도를 얻기 위하여 쓰인다.

**례:** 전로에 산소를 불어넣으면 선철에 들어있는 탄소가 타면서 온도가 몹시 오른다.

산소속에서 아세틸렌을 태우면 3 000℃의 불길을 얻을수 있다. 따라서 아세틸렌용접에 리용한다.

로케트의 연료를 연소시키는데 리용한다.

② 순수한 산소는 숨쉬기에 쓰인다.

**례:** 병원에서 숨쉬기 어려워하는 환자와 하늘높이 나는 비행사, 물속에서 일하는 잠수부와 잠수함에서 산소가 쓰인다.

**산소만들기**

① 산소는 공기로부터 얻는다. 산소는 산소분리기로 갈라낸다.

② 실험실에서는 염소산칼리움을 분해시켜 만든다.

$$2KClO_3 \overset{열}{=} 2KCl+3O_2$$

### 5) 류황단순물의 성질과 용도

**물리성질**

① 단순물은 공유결합으로 이루어진 비금속이다.

② 류황단순물에는 세가지 동소체 즉 사방류황, 단사류황, 고무류황이 있다.

동소체들은 다 류황원소로 이루어진 단순물이지만 결정구조가 다르기때문에 서로 다른 성질을 가진다.

**류황의 물리성질**

| | 색갈 | 밀도/ $g \cdot cm^{-3}$ | 녹음점 /℃ | 안정성 |
|---|---|---|---|---|
| 사방류황 | 노란색 | 2.07 | 112.8 | 보통온도에서 안정 |
| 단사류황 | 연한 노란색 | 1.96 | 119 | 95.6～119℃사이에서 안정 |
| 고무류황 | 연한 밤색 | 1.92 | — | 안정하지 못하다. |

**화학성질**

① 류황동소체들은 공기속에서 탄다.

$$S+O_2=SO_2$$

② 높은 온도에서 금속 및 비금속과 직접 화합하여 류화물을 만든다.

$$Fe+S=FeS$$

$$C+2S=CS_2$$

**용도**

류황은 여러가지 화학제품을 만드는데 쓰이며 류황연고를 비롯한 의약품생산과 성냥 만드는데 리용한다.

**6) 수소의 만들기와 성질, 용도**

**만들기**

실험실에서 보통 아연에 묽은 류산을 작용시켜 만든다.

$$Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2$$

공업적으로는 전기로써 물을 분해하여 얻거나 빨갛게 단 탄에 수증기를 작용시켜 얻는다.

$$2H_2O \xlongequal{\text{전기에네르기}} 2H_2+O_2$$

$$C+H_2O=CO+H_2$$

**물리성질**

① 색, 냄새가 없는 기체이다.

② 0.1MPa에서 −252℃일 때 색이 없는 액체로 되며 −259℃에서는 고체로 변한다.

③ 물에 거의 용해되지 않는다.

④ 공기보다 14배나 가볍다.

**화학성질**

① 수소는 공기속에서 불탄다.

$$2H_2+O_2=2H_2O$$

수소와 산소가 2:1의 체적비로 섞인 혼합물은 세게 폭발한다. 따라서 이러한 혼합기체를 **폭명가스**라고 부른다.

② 수소는 단순물과 반응한다.

$$3H_2+N_2 \overset{\text{촉매}}{=} 2NH_3$$

③ 화합물과도 반응한다.

$$CuO + H_2 \overset{\text{가열}}{=} Cu + H_2O$$

**수소의 용도**

① 수소는 암모니아를 비롯한 여러가지 화학비료를 만드는데 쓰인다.

② 염화수소와 염산, 메틸알콜을 만드는데 쓰인다.

③ 수소는 제일 가벼운 기체이므로 기구를 띄우는데 쓰인다.

④ 연료 및 환원제로 쓰인다.

### 7) 질소원소와 그 단순물의 분자구조, 성질, 용도

#### (1) 질소원소의 성질

질소는 주기표 2주기 15족원소로서 맨바깥전자층에 5개의 전자가 놓여있다. 따라서

① 전기음성도가 3인 음성원소이다.

② 가장 작은 산화수는 −3이며 가장 큰 산화수는 +5이고 그밖에 +3의 산화수도 가진다.

$$\overset{-3}{N}H_3,\ H\overset{+3}{N}O_2,\ H\overset{+5}{N}O_3$$

#### (2) 질소단순물의 분자구조와 성질, 용도

**분자구조**

분자는 $N_2$로서 무극성공유결합을 이루며 결합에 3개의 공유전자쌍이 참가한다.

:N⋮⋮N: 또는 :N≡N:

따라서 매우 안정하며 보통조건에서 다른 물질과 거의 반응하지 않는다.

**물리성질**

① 음성원소이므로 단순물은 비금속이다.

② 색, 냄새가 없는 기체이다.

**화학성질**

① 높은 온도, 촉매조건에서 수소와 직접 화합하여 암모니아를 만든다.

$$N_2 + 3H_2 = 2NH_3$$

② 카바이드와 작용하여 칼시움시안아미드를 만든다.

$$N_2 + CaC_2 = \underset{\text{석회질소비료}}{\underline{CaCN_2}} + C$$

**존재**

공기속에 체적으로 78% 들어있으며 단백질을 이루는 중요원소로서 생물체에 많이 들어있다.

**용도**

질소는 암모니아합성과 여러가지 질소비료를 만드는데 쓰인다.

전등알속의 기체로도 쓰인다.

### 8) 린의 성질과 용도

**물리성질**

① 린의 단순물은 비금속고체이다.

② 린에는 흰린과 붉은린과 같은 동소체가 있다.

ㄱ. 흰린은 누른색의 밀랍모양의 고체이며 $P_4$분자로 이루어진 분자결정이다.

ㄴ. 흰린은 독성이 있다.

ㄷ. 붉은린은 검붉은색의 가루모양의 고체이다.

**화학성질**

① 흰린은 공기속에서 저절로 불붙는다. 그러므로 물속에 보관한다.

$$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$$

이때 흰 연기를 세게 내는데 그것은 $P_2O_5$이 공기중의 습기와 작용하여 린산 $H_3PO_4$의 작은 방울들을 만들기때문이다.

② 붉은린은 공기속에서 열을 주어야만 불붙는다.

**용도**

흰린은 연막탄을 만드는데 리용한다.

붉은린은 성냥 만드는데 쓰인다.

### 9) 탄소원소와 그 단순물의 성질과 용도

**탄소원소의 성질**

탄소원소는 주기표 2주기 14족원소이다. 따라서

① 맨바깥전자층에 4개의 전자를 가진 음성원소이다. 전기음성도는 2.5이다.

② 가장 작은 산화수는 −4, 가장 큰 산화수는 +4이며 +2의 산화수도 가진다.

$$\overset{-4}{C}H_4,\ \overset{+4}{C}O_2,\ \overset{+2}{C}O$$

**단순물의 성질**

**물리성질**

① 공유결합으로 이루어진 원자결정의 비금속이다.

② 여러가지 동소체가 있다.

금강석, 흑연, 카르빈, 풀레렌이 있다.

숯과 그을음은 모두 흑연동소체에 속한다.

**금강석**

ㄱ. 색없는 투명한 결정이다. 그러나 보통 혼입물때문에 밤색, 검은색, 풀색, 누른색을 띤다.

ㄴ. 매우 굳다.

자연계의 물질들가운데서 제일 굳은 물질이다.

**흑연**

ㄱ. 검은재빛의 윤기있고 미끈거리는 고체이다. 광물들가운데서 제일 연하다.

ㄴ. 전기를 잘 흘러보낸다.

**화학성질**

① 탄소의 동소체들은 화학적으로 비교적 안정하나 공기속에서 열줄 때에는 연소반응을 한다.

$$C+O_2=CO_2$$

② 열줄 때 산화물과 작용하여 그것을 환원시킨다.

$$\underset{\text{검은색}}{CuO}+C=\underset{\text{불그스름한 색}}{Cu}+CO$$

③ 물과도 반응한다.

가열된 탄층으로 수증기가 통과할 때 다음과 같은 반응이 일어난다.

$$C+H_2O=CO+H_2$$

**탄소단순물의 용도**

① 금강석은 매우 굳으므로 유리칼, 착암기와 같이 굳은 물질을 자르거나 구멍을 뚫으며 연마제로 리용한다. 또한 보석으로도 쓴다.

② 흑연은 연필을 만드는데 그리고 윤활제로도 쓰인다.

또한 전기로의 전극, 건전지의 전극으로도 리용한다.

③ 숯으로 만든 활성탄은 흡착능력이 크므로 방독면에 넣어 리용하며 식료공업에서 흡착제로 리용한다.

④ 그을음은 먹, 인쇄잉크, 구두약 만드는데와 고무를 가공할 때 충진제로 쓴다.

## 3. 드문기체

### 1) 드문기체의 전자배치와 성질

주기표 18족에 놓여있는 헬리움 He, 네온 Ne, 아르곤 Ar, 크립톤 Kr, 크세논 Xe을 **드문기체**라고 부른다.

**전자배치**

$_{2}He \rightarrow K-2$

$_{10}Ne \rightarrow K-2,\ L-8$

$_{18}Ar \rightarrow K-2,\ L-8,\ M-8$

$_{36}Kr \rightarrow K-2,\ L-8,\ M-18,\ N-8$

모두 최외전자층에 전자가 다찬 안정한 구조를 가진다.

**성질**

① 모두 기체이고 자연계에 매우 드물게 있다.

공기중에 약 1%정도 있으며 이가운데서 아르곤이 0.93%이고 나머지가 그밖의 드문기체들이다.

② 다른 원자들과 전자를 주고받지 않으며 자기들끼리도 결합하지 않는다. 따라서 원자들은 그대로 단순물을 이루며 단순물의 화학식은 원소기호와 같다.

③ 활성을 거의 가지지 않는다.

**드문기체가 내는 색**

| 드문기체 | 색 |
|---|---|
| 헬리움 He | 노란색 |
| 네온 Ne | 연분홍색 |
| 아르곤 Ar | 붉은색 |
| 크립톤 Kr | 풀 색 |
| 크세논 Xe | 보라색 |

### 2) 드문기체의 용도

① 드문기체등을 만드는데 쓴다.

량끝에 전극을 단 유리관속에 공기를 뽑고 드문기체를 넣은 다음 높은 전압을 걸어주면 여러가지 색을 나타낸다. 따라서 장식등, 신호등을 만드는데 쓴다.

② 아르곤을 전등알에 넣어 월프람선의 수명을 늘일수 있게 한다.

③ 헬리움은 가볍고 불타지 않으므로 비행선이나 기구에 넣는 기체로 리용한다.

## 제4장 복습문제

1) 일정한 크기의 나트리움쪼각을 물에 넣으면 물과 세차게 반응하면서 나트리움이 녹고 나중에는 불붙는다. 이러한 현상이 나타나는 원인을 화학방정식을 쓰고 설명하여라.
2) 염소기체는 물 1체적에 2.5체적이 풀린다. 염소의 용해도는 얼마이며 염소가 용해될 때 용액의 체적변화가 없다고 보면 용액의 몰농도와 %농도는 얼마인가?
3) 브롬화칼리움과 염소수를 가지고 브롬수를 어떻게 만들수 있는가?
4) 다음 원소들로 이루어진 물질의 화학식을 써라.
   (Cl, O, H), (Na, O, S), (N, O, H), (C, Ca, O), (O, Al), (O, P), (C, N, Cu), (S, Fe)
5) 공기중에 체적으로 질소가 78% 들어있다. 질안비료 1t을 만들자면 표준조건에서 공기 몇L가 필요한가?
6) 밭에 질소로 환산하여 50kg을 치려면 염안과 류안, 질안이 각각 몇kg 필요한가?
7) 류황의 산화수가 +4, +6인 화합물의 화학식을 각각 3개씩 써라.
8) 마그네시움 4g과 완전히 반응하는데 밀도가 1.065g/cm$^3$인 13.5% 염산용액이 몇mL 소비되며 이때 수소는 몇g 얻어지겠는가?
9) 물 100g에 나트리움 3g을 작용시켰다. 얻어진 가성소다용액의 %농도를 구하여라.
10) 주기표의 족과 주기에서 산화수, 전기음성도, 단순물의 환원제적성질과 산화제적성질, 산화제와 환원제의 규칙적변화를 나타내여라.

# 제5장. 용액

## 1. 물질의 용해도

### 1) 물질의 용해도와 그 표시방법

**물질의 용해도란 무엇인가**

정해진 온도에서 정해진 량의 용매에 용해될수 있는 용질의 량을 말한다.

**용해도 표시방법**

고체인 경우

정해진 온도에서 용매 100g에 용해될수 있는 용질의 질량으로 표시한다.

**례:** 소금의 용해도(20℃)는 35.9g/(100g・물)이다.

기체인 경우

용매 100mL에 용해될수 있는 기체의 체적(mL)으로 나타낸다.

**례:** 20℃에서 산소의 용해도는 3.1mL/(100mL・물)이다.

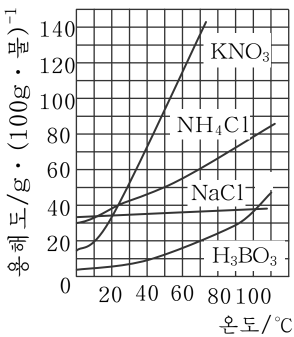
### 2) 용해도에 미치는 온도와 압력의 영향

① 고체의 용해도는 온도가 높아질수록 커진다.

그것은 대부분의 고체의 용해과정이 열을 받아들이는 과정이기때문이다.

온도에 따라 용해도가 다르므로 이것을 그라프로 나타낼수 있는데 온도에 따르는 물질의 용해도변화를 나타낸 곡선을 **용해도곡선**이라고 부른다.

용해도곡선을 리용하면 어느 물질의 용해도가 몇℃에서 얼마인가를 알수 있다.



물질의 용해도곡선

② 기체의 용해도는 온도를 높일수록 작아진다.

그것은 기체의 용해과정이 열을 내는 과정이기때문에 평형이동의 원리로 해명할수 있다.

**온도에 따르는 몇가지 기체물질의 용해도/mL·(100mL·물)$^{-1}$**

| 온도/℃ / 기체물질 | 0 | 20 | 40 | 60 |
|---|---|---|---|---|
| 수 소 $H_2$ | 2.1 | 1.8 | 1.64 | 1.6 |
| 질 소 $N_2$ | 2.4 | 1.6 | 1.3 | 1.0 |
| 산 소 $O_2$ | 4.9 | 3.1 | 2.3 | 1.9 |
| 이산화탄소 $CO_2$ | 171.3 | 87.3 | 53.0 | 36.5 |
| 염화수소 HCl | 45 000 | 44 200 | 38 600 | 33 900 |

③ 기체의 용해도는 압력을 높일 때 커진다.

그것은 기체의 용해과정이 체적이 줄어드는 과정이므로 압력을 높이면 평형이 기체가 풀리는쪽으로 이동되기때문이다.

### 3) 포화용액과 불포화용액

**포화용액이란?**

용매에 용질이 주어진 온도에서 더는 용해되지 않는 용액을 말한다. 따라서 용해도를 포화용액의 농도라고 말할수 있다. 따라서 20℃에서 물 100g에 소금이 35.9g 풀리면 포화용액이 되며 20℃에서 소금의 용해도는 35.9g/(100g·물)이다.

**불포화용액이란?**

용매에 용질이 더 풀릴수 있는 용액을 말한다. 따라서 물 100g에 소금이 20℃에서 35.9g보다 적게 용해된 소금용액은 불포화용액으로 된다.

**재결정화**

온도를 높이면 용해도가 커지는것을 리용하여 높은 온도에서 포화용액을 만들고 그 용액을 식혀서 순수한 결정을 얻어내는 방법을 **재결정화**라고 부른다.

재결정화방법으로 고체물질을 정제할수 있다.

## 2. 용액의 농도

### 1) 퍼센트(%)농도

**퍼센트농도란?**

용액의 전체 질량을 100으로 보았을 때 용질이 차지하는 몫으로 나타낸 농도를 말한다.

**례:** 용액 200g에 용질 10g이 들어있다면 퍼센트농도는

$$200:10=100:x$$

$$x=\frac{100\times10}{200}=5\ (\%)$$

로 된다.

**계산방법**

용액의 질량을 $m_{용액}$

용질의 질량을 $m_{용질}$

용매의 질량을 $m_{용매}$ 라면

$$퍼센트농도=\frac{m_{용질}}{m_{용액}}\times100=\frac{m_{용질}}{m_{용매}+m_{용질}}\times100$$

### 2) 몰농도($C$)

몰농도란 용액 1L속에 용질이 몇mol 들어있는가를 나타낸 농도를 말한다.

즉 용액 1L에 들어있는 용질의 물질량으로 표시된 농도이다. 따라서 단위는 mol/L이다.

**례:** 가성소다용액 10L에 가성소다가 2mol 들어있다면 몰농도는 다음과 같이 계산된다.

$$10L:\ 2mol=1L:x$$

$$x=\frac{2\times1}{10}=0.2\ (mol/L)$$

따라서 몰농도를 $C$, 용액속에 들어있는 용질의 물질량을 $n$(mol), 용액의 체적을 $V$(L)라면

$$C=\frac{n}{V}$$

로 된다.

몰농도의 본질로부터 어떤 용액이든지 같은 몰농도의 용액 같은 체적속에는 같은 수의 용질알갱이가 들어있다는것을 알수 있다.

따라서 알갱이들사이에서 진행되는 화학반응을 연구하며 용액의 성질이 용질알갱이수에 의해 규정될 때 용액을 연구하는데서 매우 중요하다.

## 3. 전해질용액

### 1) 전해질과 비전해질

소금과 같이 수용액에서 전기를 흘러보내는 물질을 **전해질**이라고 부르며 사탕과 같이 수용액에서 전기를 흘러보내지 않는 물질을 **비전해질**이라고 부른다.

전해질은 물에 용해될 때 전기를 나를수 있는 이온으로 갈라진다.

이와 같이 물질이 물에 용해될 때 이온으로 갈라지는 현상을 **전해질해리**라고 부른다. 그리고 이 과정을 식으로 나타낸것을 **해리방정식**이라고 부른다.

**례:** 소금의 해리방정식은 다음과 같다.

$$NaCl = Na^{+} + Cl^{-}$$

이로부터 수용액에서 이온으로 해리하는 물질을 전해질, 해리되지 않는 물질을 비전해질이라고 부른다.

### 2) 센전해질과 약전해질

**센전해질이란**?

수용액에서 모두 이온으로 해리하는 전해질을 말한다.

**례:** 센산인 $HCl$, $HNO_3$, $H_2SO_4$

센염기인 $NaOH$, $KOH$, $Ca(OH)_2$ 등과 물에 잘 용해되는 염들이 속한다.

**약전해질이란**?

용해된 분자의 일부만이 해리되는 전해질을 말한다.

**례:** 약산인 $H_2CO_3$, $H_2SO_3$, $H_2S$, $HCOOH$, $CH_3COOH$와 같은 것들과 약염기인 $NH_3 \cdot H_2O$, $C_6H_5NH_2$ 등이 속한다.

약전해질이 해리될 때에는 해리된 이온들이 충돌하여 다시 분자로 된다.

따라서 약전해질의 해리는 가역반응에서와 같이 가역적으로 일어나며 일정한 시간이 지나면 해리평형에 이른다.

**례**: $CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+$

### 3) 전해질의 해리과정

① 이온화합물인 소금결정의 해리과정

소금결정은 $Na^+$와 $Cl^-$들이 굳게 결합한 이온결정이다.

물에 소금결정을 넣으면 $Na^+$의 둘레에는 극성물분자의 －극이, $Cl^-$의 둘레에는 극성물분자의 ＋극이 끌려온다.

물분자들은 소금결정이온들의 짬에 끼여들면서 $Na^+$와 $Cl^-$사이의 결합을 몹시 약화시킨다.

여기에 새로운 물분자들이 다가들어 끌어당기면 이온들이 떨어져나와 자유로운 상태의 이온으로 된다.

$$NaCl = Na^+ + Cl^-$$

떨어져나온 이온에는 물분자들이 붙어있다. 이런 이온을 **수화이온**이라고 부른다.

② 극성공유결합화합물인 염화수소의 해리과정

HCl이 물에 용해되면 극성분자인 물의 ＋쪽이 HCl의 －쪽으로, 물의 －쪽이 HCl의 ＋쪽으로 다가들어 서로 끌어당긴다. 이 힘에 의하여 HCl분자는 이온으로 갈라진다.

$$HCl = H^+ + Cl^-$$

### 4) 전해질의 해리도(α)

약전해질의 해리정도는 물질마다 다르다. 따라서 그 정도를 해리도로 나타낼수 있다.

**해리도**란 물에 용해된 전해질가운데서 해리된 전해질의 몫을 말한다.

해리도를 $\alpha$라고 하면

$$\alpha = \frac{\text{해리된 전해질의 분자수}}{\text{용해된 전해질의 분자수}} = \frac{\text{해리된 전해질의 물질량}}{\text{용해된 전해질의 물질량}}$$

으로 된다.

**례:** 농도가 0.1mol/L인 초산용액 1L에서 초산이 0.001mol이 해리되였다면 초산의 해리도

$$\alpha = \frac{0.001}{0.1} = 0.01$$

로 된다.

즉 용해된 초산분자가운데서 1%가 해리되였다는것을 말해준다.

해리도는 보다 약한 전해질일수록 그 값이 작다. 따라서 해리도 값을 보고 해리정도 즉 약전해질의 해리의 세기를 비교할수 있다.

해리도값의 크기는 무엇에 관계되는가.

① 전해질의 종류에 관계된다.

② 전해질의 농도에 관계된다.

농도가 묽을수록 더 잘 해리되며 해리도값이 크다.

그것은 용액이 묽을수록 해리되여 생긴 이온들사이의 거리가 멀어지면서 서로 만나기 힘들며 따라서 두 이온이 결합하여 분자로 되는 분자화과정이 적게 일어나기때문이다.

### 5) 해리상수

**해리평형상태**

해리과정의 속도와 분자화과정의 속도가 같아져 분자와 이온의 농도가 더는 변하지 않는 상태를 **해리평형상태**라고 부른다.

**례:** $CH_3COOH \underset{\text{분자화과정}}{\overset{\text{해리과정}}{\rightleftharpoons}} CH_3COO^- + H^+$

**해리평형상수**($K_{\text{해리}}$)

해리평형상태에서 이온들의 농도적과 해리되지 않은 분자의 농도적의 비는 일정한 상수로 된다. 이 상수를 **해리평형상수** 또는 **해리상수**라고 부른다.

**례:** $K_{\text{해리}} = \dfrac{C_{CH_3COO^-} \cdot C_{H^+}}{C_{CH_3COOH}} = 1.75 \times 10^{-5}$

해리상수값을 비교하여보면 약전해질의 상대적세기를 알수 있다. 즉 이 값이 크다는것은 약전해질이 상대적으로 잘 해리된다는것을 말한다.

해리상수값은 전해질의 농도에는 관계없이 일정하며 온도에만 의존한다.

### 6) 해리도와 해리상수와의 관계

초산의 해리과정으로부터 이끌어내자.

해리하기 전 초산분자의 농도를 $C$, 해리도를 $\alpha$라고 하면

해리평형상태에서 이온농도는 $C\alpha$

해리평형상태에서 초산분자의 농도는 $C-C\alpha$로 된다.

$$CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+$$

| | $CH_3COOH$ | $CH_3COO^-$ | $H^+$ |
|---|---|---|---|
| 해리전 | $C$ | 0 | 0 |
| 평형상태 | $C-C\alpha$ | $C\alpha$ | $C\alpha$ |

따라서 해리평형상수

$$K_{해리}=\frac{C_{CH_3COO^-}\cdot C_{H^+}}{C_{CH_3COOH}}=\frac{C\alpha\cdot C\alpha}{C-C\alpha}=\frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

으로 된다.

약전해질인 경우 $\alpha$는 1보다 매우 작으며 따라서 $1-\alpha\approx1$로 볼수 있다.

따라서

$$K_{해리}=\frac{C\alpha^2}{1-\alpha}=C\alpha^2$$

$$\alpha=\sqrt{\frac{K_{해리}}{C}}$$

로 된다.

$K_{해리}$는 농도에 관계없이 일정하므로 이 식은 농도를 묽게 하면 해리도는 커지며 반대로 농도를 짙게 하면 해리도는 작아진다는것을 보여준다.

이 식을 리용하면 여러가지 농도의 용액에서 $K_{해리}$로부터 $\alpha$를 계산할수 있다.

## 4. 염의 물작용분해

### 1) 염의 물작용분해란 무엇인가

염이 해리되여 생긴 이온이 물과 작용하여 약전해질이 생기는 반응을 말한다.

**례:** 초산나트리움의 물작용분해

초산나트리움의 수용액속에는 $Na^+$, $CH_3COO^-$, $H^+$, $OH^-$이 존재한다.

$$CH_3COONa = Na^+ + CH_3COO^-$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

이가운데서 $CH_3COO^-$와 $H^+$이 결합하여 약전해질인 초산분자가 생길수 있다.

$$CH_3COO^- + H^+ = CH_3COOH$$

따라서 $H^+$가 줄어들며 용액내에서는 물의 해리평형이 오른쪽으로 쏠리면서 $OH^-$의 농도가 증가한다. 이로부터 용액은 염기성을 띤다.

$$CH_3COO^- + H_2O = CH_3COOH + OH^-$$

### 2) 어떤 염들이 물작용분해반응을 일으키는가

① 센염기와 약산으로부터 이루어진 염이 물작용분해반응을 일으킨다.

센염기인 NaOH와 약산인 $CH_3COOH$로부터 이루어진 염은 $CH_3COONa$이다. 이러한 염은 물작용분해반응을 일으켜 염기성을 나타낸다.

$$CH_3COONa + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NaOH$$

혹은 $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

② 센산과 약염기로부터 이루어진 염이 물작용분해반응을 일으킨다.

센산인 $H_2SO_4$과 약염기인 $Cu(OH)_2$로부터 이루어진 $CuSO_4$은 물작용분해되여 산성을 나타낸다.

$$CuSO_4 + 2H_2O \rightleftharpoons Cu(OH)_2 + H_2SO_4$$

혹은 $Cu^{2+} + 2H_2O \rightleftharpoons Cu(OH)_2 + 2H^+$

③ 약산과 약염기로부터 이루어진 염이 물작용분해반응을 일으킨다.

약산인 $CH_3COOH$와 약염기인 $NH_4OH$로부터 이루어진 염인 $CH_3COONH_4$은 물작용분해반응을 일으키며 이때 생긴 약산 또는 약염기의 세기에 따라 산성 혹은 염기성이 나타난다.

$$
\begin{array}{ccccc}
 & CH_3COONH_4 = & CH_3COO^- & + & NH_4 \\
 & & + & & + \\
H_2O & \rightleftharpoons & H^+ & + & OH^- \\
 & & \updownarrow & & \updownarrow \\
 & & CH_3COOH & & NH_4OH
\end{array}
$$

이때에는 거의 중성이 나타난다.

소금과 같이 센염기와 센산으로 이루어진 염은 물작용분해반응을 일으키지 않는다.

## 5. 용액의 페하

### 1) 물의 이온적

물은 매우 약한 전해질로서 적게 해리한다.

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

간단히 $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

해리평형식을 쓰면

$$K_{해리} = \frac{C_{OH^-} \cdot C_{H^+}}{C_{H_2O}}$$

그런데 평형이 심하게 왼쪽으로 기울어져있어 $C_{H^+}$, $C_{OH^-}$는 매우 작다.

25℃에서 순수한 물 1L에 $H^+$와 $OH^-$가 각각 $1 \times 10^{-7}$mol/L씩 들어있다. 따라서 $C_{H_2O}$을 일정하다고 볼수 있다.

그러므로 $C_{H^+} \cdot C_{OH^-} = K_{해리} \cdot C_{H_2O}$도 일정하다.

$$K_{해리} \cdot C_{H_2O} = K_{물}$$

이라면 $K_{물} = C_{H^+} \cdot C_{OH^-} = 1 \times 10^{-14}$

$K_{물}$을 물의 이온적이라고 부르며 25℃에서 $1 \times 10^{-14}$이다.

**2) 용액의 산성과 염기성**

$C_{H^+} = C_{OH^-} = 1 \times 10^{-7}$ mol/L인 순수한 물은 중성이다. 그것은 물의 이온적이 $1 \times 10^{-14}$이며 중성에서 $C_{H^+} = C_{OH^-}$ 이기때문이다.

따라서 산성용액에서는 $C_{H^+}$ 가 $1 \times 10^{-7}$mol/L보다 큰 값을 가지며 $C_{OH^-}$ 는 $1 \times 10^{-7}$mol/L보다 작다.

반대로 염기성용액에서는 $C_{H^+}$ 이 $1 \times 10^{-7}$mol/L보다 작으며 $C_{OH^-}$ 는 크다.

그것은 $C_{H^+} \cdot C_{OH^-}$ 의 값이 항상 $1 \times 10^{-14}$이기때문이다.

따라서 한 이온의 농도만 알면 다른 이온의 농도를 계산할수 있다.

례컨대 $C_{OH^-} = 1 \times 10^{-11}$mol/L라면

$$C_{H^+} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-11}} = 1 \times 10^{-3} \text{ (mol/L)}$$

용액이 산성인가 염기성인가는 $C_{H^+}$ 로 평가할수 있다.

즉 $C_{H^+} > 1 \times 10^{-7}$mol/L인 경우 산성

$C_{H^+} < 1 \times 10^{-7}$mol/L인 경우 염기성

$C_{H^+} = 1 \times 10^{-7}$mol/L이면 중성이다.

용액의 액성을 이와 같이 $C_{H^+}$ 로만 표시하면 불편하여 페하의 개념을 쓴다.

**3) 페하와 페하 알아내기**

**페하(pH)**

**페하**란 수소이온농도의 상용로그의 반대수를 말한다.

$$\text{pH} = -\lg C_{H^+}$$

**례:** 순수한 물은 중성이다.

따라서 $\text{pH} = -\lg 10^{-7} = 7$로 된다.

산성의 페하는 7보다 작은 값을 가지며 염기성의 페하는 7보다 큰 값을 가진다.

즉 산성 pH<7

염기성 pH>7

중성 pH＝7로 된다.

이와 같이 pH로부터 용액의 액성이 산성인가 염기성인가 또 그 세기가 얼마인가를 알수 있다.

**용액의 pH 알아내기**

산염기알림약, pH종이, pH메터 등으로 알아낼수 있다.

산염기알림약은 약한 유기산 또는 유기염기이다.

이것들의 색갈은 일정한 범위내에서 변한다.

알림약의 색갈이 변화되는 pH구간을 **변색구간**이라고 부른다.

페하종이는 페하가 비교적 좁은 구간에서 색이 여러가지로 변하므로 표준색과 대조하여 비교적 정확한 페하값을 알아낼수 있다.

## 6. 경수와 연수

### 1) 경수와 연수란 무엇이며 경수의 나쁜 점

$Ca^{2+}$와 $Mg^{2+}$가 많이 들어있는 물을 **경수**라고 부르며 이러한 이온들이 적거나 거의 없는 물을 **연수**라고 부른다.

경수에는 $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$ 이온들이 $Ca(HCO_3)_2$과 같은 탄산염들과 $CaSO_4$, $MgSO_4$과 같은 류산염형태로 많이 용해되여있다. 그러므로 경수에는 $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $HCO_3^-$, $SO_4^{2-}$와 같은 이온들이 많다.

경수의 나쁜 점은 무엇인가.

① 보이라관에 물때가 끼게 한다.

따라서 연료랑비를 가져오며 보이라를 못쓰게 만든다.

② 화학공업에서 화학제품의 순도를 낮추며 방직공업에서 염색이 잘 안된다.

③ 화력발전소들에서 보이라에 물때가 끼면 전력생산에 큰 지장을 준다.

④ 빨래할 때 비누랑비를 가져온다.

때문에 경수를 연수로 만들어야 한다.

### 2) 경수를 연수로 만드는 방법

경수속에 들어있는 $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$와 같은 이온들을 없애고 연수로 만드는 과정을 **경수의 연화**라고 부른다.

① 경수를 끓이면 된다.

$Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$이 탄산수소염형태로 들어있는 경수를 끓일 때 $CaCO_3$이나 $MgCO_3$의 형태로 가라앉는다. 따라서 $Mg^{2+}$와 $Ca^{2+}$이 없어진다.

② 수산화칼시움 $Ca(OH)_2$이나 탄산나트리움 $Na_2CO_3$을 작용시켜 연화한다.

$Ca(HCO_3)_2+Ca(OH)_2=2CaCO_3+2H_2O$

$MgSO_4+Na_2CO_3=MgCO_3+Na_2SO_4$

## 7. 콜로이드용액

### 1) 콜로이드용액이란 무엇이며 그것의 만들기

직경이 $10^{-9}$～$10^{-7}$m사이에 있는 작은 알갱이가 용매에 고루 퍼져있는 용액을 **콜로이드용액** 혹은 졸이라고 부른다.

보통용액에서 용질은 분자나 이온이며 그것의 직경은 $10^{-10}$m보다 작다. 따라서 콜로이드알갱이는 수많은 분자나 이온이 모여 이루어진다는것을 알수 있다.

수산화철졸 만들기

염화제2철포화용액을 끓는 물속에 조금씩 넣으면 붉은밤색의 콜로이드용액이 얻어진다.

$$FeCl_3+3H_2O=Fe(OH)_3+3HCl$$

이때 $Fe(OH)_3$이 수천수만개 모여 콜로이드알갱이로 되여 물에 고루 퍼져 수산화철콜로이드용액으로 된다.

### 2) 콜로이드용액의 성질

① 틴달현상을 나타낸다.

콜로이드용액에 빛을 쪼일 때 빛이 지나간 부분이 희게 보이는 현상을 **틴달현상**이라고 부른다.

틴달현상은 빛산란때문에 일어난다.

빛산란은 작은 알갱이에 부딪친 빛이 사방으로 흩어지는 현상이다.

콜로이드알갱이에서 빛산란이 가장 세게 나타난다.

② 전기영동현상을 나타낸다.

**전기영동**이란 콜로이드용액에 직류를 걸어줄 때 콜로이드알갱이가 어느 한 전극으로 이동하는 현상을 말한다.

그것은 콜로이드알갱이가 + 혹은 −전기를 띠고있기때문이다.

따라서 직류전기마당속에서 콜로이드알갱이는 반대극으로 이동한다.

례컨대 토양콜로이드알갱이는 +전극쪽으로 이동한다.

이것은 토양콜로이드알갱이가 −전기를 띠고있기때문이다.

③ 콜로이드용액은 응결된다.

콜로이드용액에서 콜로이드알갱이들은 같은 전하를 띠고있기때문에 서로 떠미는 힘이 작용하므로 비교적 안정하다.

그러나 콜로이드용액에 전해질을 넣거나 어떤 작용을 가하면 콜로이드알갱이들이 한데 엉겨붙어 가라앉는 응결현상이 나타난다.

례컨대 $Fe(OH)_3$졸에 $MgSO_4$용액을 넣으면 처음에 흐려지고 나중에는 침전물이 생긴다. 즉 응결된다.

그것은 $SO_4^{2-}$이 양성졸인 $Fe(OH)_3$졸알갱이의 전하를 중화시키기때문이다.

서로 다른 전하를 띤 졸을 섞을 때에도 응결된다.

이런 응결을 **호상응결**이라고 부른다.

이것도 역시 부호가 서로 다른 졸알갱이가 부딪칠 때 전하가 중화되기때문이다.

례컨대 서로 다른 잉크를 섞을 때 삭는 현상은 호상응결때문이다.

## 8. 고분자화합물용액

### 1) 고분자화합물용액이란 무엇이며 콜로이드용액과 같은 점과 다른 점

고분자화합물용액은 고분자화합물을 용매에 용해시킨 용액이다.

**례:** 벤졸에 생고무를 넣으면 부풀면서 천천히 용해되여 고르로운 용액이 된다.

**콜로이드용액과 같은 점**

① 용질알갱이의 크기가 $10^{-9}$～$10^{-8}$m로서 비슷하다.

따라서 틴달현상을 나타낸다.

② 단백질용액과 같은 고분자화합물용액은 전기영동현상을 나타낸다.

**콜로이드용액과 다른 점**

① 콜로이드알갱이는 수천수만개의 분자나 이온으로 이루어졌지만 고분자용액에서 고분자는 하나의 거대분자이다.

때문에 고분자용액은 콜로이드용액보다 퍽 안정하다.

② 고분자화합물용액은 걸면을 가지고있지 않다.

**2) 고분자화합물용액의 성질**

① 염석된다.

**염석**이란 고분자화합물용액에서 염을 많이 넣으면 고분자물질이 엉겨붙어 갈라져나오는 현상을 말한다.

이것은 염이 해리되여 생긴 전해질이온들이 고분자를 둘러싸고있는 용매분자들을 자기 둘레에 끌어당겨 고분자용매화막을 없애기때문이다.

례컨대 비날론, 인조섬유생산의 방사공정에서 실을 뽑는 과정, 두부 만들 때 서슬을 넣어 두부 만드는 과정은 다 염석과정이다.

② 묵화된다.

고분자화합물용액을 가만히 놓아둘 때 전체가 하나의 덩어리로 되는 현상이다.

**례:** 농마묵, 단묵

이러한 현상은 고분자들사이에 결합이 생겨 일정한 공간그물구조를 형성하며 이 공간그물사이에 물분자들이 들어있기때문이다.

묵화현상은 저절로 생길수도 있고 졸이거나 전해질을 넣을 때도 생긴다.

③ 고분자물질은 콜로이드용액을 안정화시키는 작용을 한다.

이러한 작용을 고분자물질의 보호작용이라고 부른다.

이 작용은 고분자물질이 콜로이드알갱이를 둘러싸면서 콜로이드용액의 안정성을 크게 해주기때문이다.

례컨대 잉크에서 물감의 응결을 막기 위해 덱스트린을 보호제로 쓰며 먹에서 그을음알갱이가 응결되지 않게 젤라틴을 보호제로 쓴다.

또한 사진유제를 만들 때 할로겐화은의 보호제로 젤라틴을, 에스키모를 만들 때 닭알, 찹쌀풀은 얼음알갱이의 보호제로 쓰며 우유는 카제인을 보호제로 기름알갱이가 분산된것이다.

### 제5장 복습문제

1) 3% 소금용액 500g을 만들려고 한다. 소금과 물이 각각 몇g씩 있어야 하는가?

2) 무더운 여름날 사이다병뚜껑을 열면 탄산가스가 빨리 빠져나오면서 사이다물도 함께 흘러나온다.
이것을 방지하자면 어떻게 해야 하는가?

3) 0℃에서 질산은의 용해도는 122g/(100g·물)이다.
이 온도에서 포화용액의 %농도를 구하여라.

4) 20℃에서 질산칼리움의 용해도는 31.6g/(100g·물)이며 80℃에서는 169g/(100g·물)이다.
80℃에서 물 300g에 질산칼리움을 포화시키고 그 용액을 20℃까지 식히면 용질이 얼마나 침전되겠는가?

5) 20℃에서 소금의 용해도는 35.9 g/(100g·물)이다. 이 온도에서 10%의 소금용액 100g에는 소금이 얼마 더 용해되겠는가?

6) 10% 가성소다용액(밀도 1.115g/$cm^3$)을 3L 만드는데 가성소다 몇g이 드는가?

7) 98% 류산용액(밀도 1.84g/$cm^3$)의 몰농도는 얼마인가?

8) 0.01mol/L $CH_3COOH$용액의 pH는 얼마인가?
초산의 해리도는 4.2%이다.

9) 0.4mol/L $CaCl_2$용액 300mL에는 몇g의 용질이 들어있는가?

10) 서로 다른 잉크를 섞을 때 삭는것은 무엇때문이며 삭지 않고 혼합색이 나타나는것은 무엇때문인가?

11) 끓인 콩물에 서슬을 치면 두부가 갈라져나오는것은 무엇때문인가?

12) 감자농마풀을 가만히 놓아두면 하나의 큰 덩어리의 묵이 생기는 원인은 무엇인가?

13) 초산용액 1L에 초산분자 0.2mol이 용해되여있다.

이때 초산의 해리도는 25℃에서 0.001이다.
해리된 후 초산분자와 양이온과 음이온의 몰농도를 구하여라.

14) 질산은용액과 수산화철졸에 각각 소금을 넣을 때 다같이 침전물이 생긴다.
이 두 현상의 다른 점은 무엇인가?

15) 강물은 묽은 콜로이드용액이다.
강물이 바다물로 흘러드는 곳에 삼각주가 생기는것은 무엇때문인가?

16) $\alpha=0.65$인 0.05mol/L $Pb(NO_3)_2$용액에서 양이온과 음이온의 몰농도는 각각 얼마인가?

17) 초산용액의 농도가 얼마일 때 그의 해리도가 0.01로 되겠는가?
초산의 해리상수는 $1.8\times10^{-5}$이다.

18) 0.1mol/L 가성소다용액의 pH는 얼마인가?

19) 다음 물질들의 물작용분해방정식을 2가지형태로 쓰고 용액의 액성을 말하여라.
$NH_4Cl$, $Na_2CO_3$

20) 경수에 빨래를 하면 왜 비누의 랑비를 가져오는가?

21) 소금결정은 전기를 흘러보내지 않는데 왜 소금용액은 전기를 흘러보내는가?

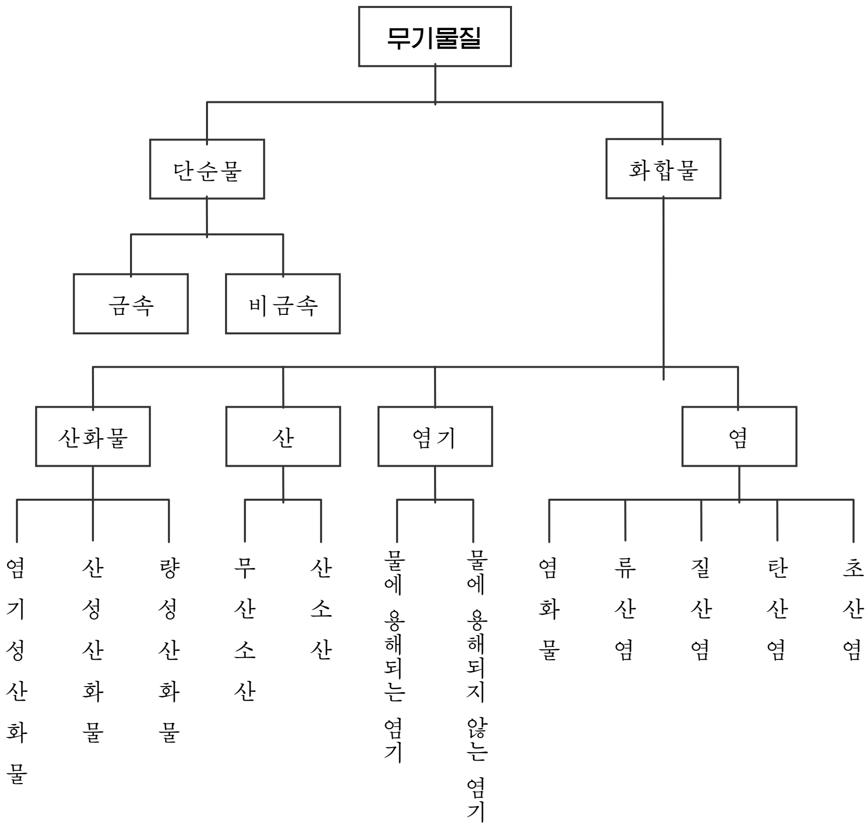
# 제6장. 무기화합물

물질은 유기물질과 무기물질로 나눈다.

탄소의 화합물을 제외한 거의 모든 물질은 무기물질이다. 탄소의 화합물들가운데서 탄산염과 산화물($CO_2$, $CO$), 탄화물($CaC_2$ 같은 것)은 무기물질에 속한다.

## 1. 무기물질의 분류

무기물질은 그것의 조성이나 성질에 기초하여 다음과 같이 나눈다.



## 2. 산화물

### 1) 산화물이란 무엇인가

**산화물**이란 산소와 다른 한가지 원소로만 이루어진 화합물을 말한다.

**례**: $Na_2O$, $CuO$, $CO_2$, $NO_2$

산화물에는 산소원소의 산화수가 −2인 정상산화물과 산소원소의 산화수가 −1인 과산화물이 있다.

**례**: 정상산화물 $C\overset{-2}{O}_2$, $Fe_2\overset{-2}{O}_3$

과산화물 $Na_2\overset{-1}{O}_2$, $Ba\overset{-1}{O}_2$

과산화나트리움 과산화바리움

산화물은 단순물이 산소와 결합하는 산화반응에 의하여 만들어진다.

**례**: $S+O_2=SO_2$

$4Fe+3O_2=2Fe_2O_3$

산화물은 또한 수산화물(염기, 산소산)과 산소산염을 열분해하여서도 만든다.

**례**: $Cu(OH)_2=CuO+H_2O$

$H_2CO_3=CO_2+H_2O$

$CaCO_3=CaO+CO_2$

산화물은 양성원소와 산소원소로 이루어진 금속산화물과 음성원소와 산소원소로 이루어진 비금속산화물로 나눈다.

산화물은 또한 그 산화물이 산과 반응하는가 염기와 반응하는가에 따라 염기성산화물, 산성산화물, 량성산화물로 나눈다.

### 2) 염기성산화물과 그 성질

산과 반응하여 염과 물을 만드는 산화물을 **염기성산화물**이라고 부른다.

**례**: $Na_2O$, $BaO$, $Fe_2O_3$

산화나트리움 산화바리움 산화철

염기성산화물은 양성원소의 산화물이며 여기에는 Na, K, Mg, Ca, Ba, Cu, Fe 등과 같은 금속들의 산화물이 속한다.

염기성산화물은 염기나 산소산염을 분해시키거나 금속과 산소를 화합하여 만든다.

**례:** $MgCO_3 \overset{열}{=} MgO + CO_2$

$2Fe(OH)_3 \overset{열}{=} Fe_2O_3 + 3H_2O$

$2Cu + O_2 = 2CuO$

**염기성산화물의 화학성질**

① 염기성산화물은 모두 산과 반응하여 염과 물을 만든다.

**례:** $CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$

② 대부분의 염기성산화물은 물과 반응하여 염기를 만든다.

**례:** $K_2O + H_2O = 2KOH$

③ 염기성산화물은 일부 산성산화물과 반응하여 염을 만든다.

**례:** $K_2O + CO_2 = K_2CO_3$

**3) 산성산화물과 그 성질**

**산성산화물**이란 염기와 반응하여 염과 물을 만드는 산화물을 말한다.

**례:** $SO_2$, $P_2O_5$, $NO_2$
이산화류황 오산화이린 이산화질소

산성산화물의 대부분은 음성원소의 산화물이며 여기에는 $SO_2$, $SO_3$, $P_2O_5$, $CO_2$, $NO_2$과 같은것들이 속한다. CO와 NO와 같이 염기와 반응하지 않는것들은 산성산화물이 아니다.

산성산화물은 비금속과 산소를 직접 반응시키거나 산소산과 산소산염을 분해시켜 만든다.

**례:** $S + O_2 = SO_2$

$H_2SO_4 \overset{열}{=} H_2O + SO_3$

$CaCO_3 \overset{열}{=} CaO + CO_2$

**산성산화물의 화학성질**

① 산성산화물은 염기와 반응하여 염과 물을 만든다.

**례:** $SO_3 + 2NaOH = Na_2SO_4 + H_2O$

② 대부분의 산성산화물은 물과 반응하여 산을 만든다.

**례:** $P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$

③ 산성산화물은 일부 염기성산화물과 반응하여 염을 만든다.

**례:** $SO_3 + K_2O = K_2SO_4$

#### 4) 량성산화물과 그 성질

산과도 반응하고 염기와도 반응하여 염과 물을 만드는 산화물을 **량성산화물**이라고 부른다.

량성산화물에는 ZnO, $Al_2O_3$, $MnO_2$, $SnO_2$, $PbO_2$, $Cr_2O_3$ 같은것들이 있다.

량성산화물은 산과 반응하는 경우 염기성산화물의 성질을 나타내고 염기와 반응하는 경우 산성산화물의 성질을 나타낸다.

**량성산화물의 화학성질**

량성산화물은 산과도, 염기와도 반응하여 염과 물을 만든다.

**례:** $ZnO+2HCl=ZnCl_2+H_2O$

$ZnO+2NaOH=\underset{\text{아연산나트리움}}{Na_2ZnO_2}+H_2O$

### 3. 산

#### 1) 산이란 무엇인가

수용액에서 해리하여 양이온으로서 수소이온 $H^+$만을 내놓는 화합물을 **산**이라고 부른다.

**례:** $HCl=H^++Cl^-$

$H_2SO_4=2H^++SO_4^{2-}$

산은 수소와 산기로 이루어진 화합물이다. 류산은 수소와 류산기로 이루어져있다.

산은 수용액에서 해리할 때 내놓는 수소이온의 개수에 따라 1가산, 2가산, … 으로 나누며 분자안에 산소원소를 가지고있는가 가지고있지 않는가에 따라 산소산과 무산소산으로 나눈다.

**례:** 1가산 $HCl=H^++Cl^-$

$HNO_3=H^++NO_3^-$

2가산 $H_2S \rightleftharpoons 2H^++S^{2-}$

$H_2SO_4=2H^++SO_4^{2-}$

산소산 $H_2CO_3$, $H_2SO_4$, $HNO_3$, …
무산소산 $H_2S$, HCl, HBr, …

### 2) 산의 일반성질

① 산은 신맛을 가진다.

② 산은 푸른 리트머스를 붉은색으로 변화시킨다.

③ 산은 활성이 센 금속(금속의 활성차례에서 수소보다 앞에 놓인 금속)과 반응하여 수소를 낸다.

**례**: $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

④ 산은 염기성산화물(량성산화물)과 반응하여 염과 물을 만든다.

**례**: $MgO + 2HNO_3 = Mg(NO_3)_2 + H_2O$
(염기성산화물)

$ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$
(량성산화물)

⑤ 산은 일부 염기와 반응하여 염과 물을 만든다.

**례**: $HCl + NaOH = NaCl + H_2O$

⑥ 산은 일부 염과 반응하여 새로운 산과 새로운 염을 만든다.

**례**: $H_2SO_4 + 2NaCl = Na_2SO_4 + 2HCl$

### 3) 무산소산

분자안에 산소원소를 가지고있지 않는 산을 **무산소산**이라고 부른다.

**례**: HCl,　$H_2S$
염산　류화수소산

무산소산의 이름은 산을 이루는 원소(수소밖의 원소)의 이름뒤에 《화수소산》을 붙여 부른다.

**례**: HCl→염(소)+《화수소산》→염화수소산
$H_2S$→류(황)+《화수소산》→류화수소산

무산소산은 염소나 류황과 같은 원소의 수소화합물을 물에 용해시켜 만든다.

염산과 류화수소산은 염화수소나 류화수소의 수용액이다.

### 4) 염산(HCl)

염산(염화수소산)은 염화수소의 수용액이다.

염화수소는 수용액에서 다음과 같이 해리된다.

$$HCl = H^+ + Cl^-$$

**만들기**

염산은 공업적으로 수소와 염소를 반응시켜 얻은 염화수소를 물에 흡수시켜 만들며 실험실에서는 소금에 짙은 류산을 반응시킬 때 나오는 염화수소를 물에 흡수시켜 만든다.

**물리성질**

염산은 신맛을 가진다.

순수한 염산은 무색의 액체이며 자극성냄새가 난다. 흔히 쓰는 염산이 누렇게 보이는것은 빛을 받아 염화수소기체가 분해되여 생긴 염소기체와 철분과 같은 불순물이 용해되여있기때문이다.

짙은 염산은 염화수소가 37%정도 들어있는 수용액이며 밀도는 $1.19g/cm^3$이다. 짙은 염산병의 마개를 열면 흰 안개가 생긴다. 그것은 물에 용해되여있던 염화수소기체가 나오면서 공기속의 수증기와 작용하여 작은 염산방울들을 만들기때문이다.

**화학성질**

염산은 푸른 리트머스를 붉은색으로 변화시킨다.

염산은 활성이 센 금속과 반응하여 수소를 낸다.

$$2HCl + Fe = FeCl_2 + H_2$$

염산은 금속산화물과 반응하여 염과 물을 만든다.

$$6HCl + Fe_2O_3 = 2FeCl_3 + 3H_2O$$

염산은 염기와 반응하여 염과 물을 만든다.

$$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$$

염산은 염과 반응하여 새로운 산과 새로운 염을 만든다.

$$HCl + AgNO_3 = AgCl + HNO_3$$

**용도**

염산은 간장, 된장, 물엿과 포도당을 만드는데 쓰이며 금속겉면의 녹을 없애거나 납땜할 때 쓰는 《청강수》를 만드는데 쓰인다.

### 5) 산소산

분자안에 산소원소를 가지고있는 산을 **산소산**이라고 부른다.

**례:** $HNO_3$, $H_2SO_4$, $H_3PO_4$

질산　　　류산　　　린산

산소산의 이름은 산을 만드는 원소(수소와 산소를 제외한 원소)의 이름뒤에 《산》을 붙여 부른다.

**례:** $H_2SO_4$→류(황)+《산》→류산

$HNO_3$→질(소)+《산》→질산

산소산은 산성산화물을 물과 반응시켜 만든다.

**례:** $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$ (탄산)

$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$ (류산)

### 6) 류산($H_2SO_4$)

류산은 수소와 류산기로 이루어진 화합물이다.

류산은 수용액에서 다음과 같이 해리된다.

$$H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{2-}$$

**만들기**

류산은 류화물광석(황철광 $FeS_2$, 황동광 $CuFeS_2$)을 태울 때 나오는 이산화류황을 산화시켜 삼산화류황을 만들고 이것을 물과 반응시켜 만든다. 류화철광(황철광)에 의한 류산생산방법은 다음과 같다.

$$4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

$$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$$

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

**물리성질**

류산은 신맛을 가진다.

순수한 류산은 색이 없고 끈기가 있는 액체이며 10.4℃에서 얼음모양의 결정으로 된다.

보통 우리가 쓰는 류산은 밤색 혹은 검은색을 띤다. 그것은 탄소와 같은 불순물이 들어있기때문이다.

짙은 류산의 농도는 98%정도이며 밀도는 $1.84 g/cm^3$이다.

질은 류산은 습기를 세게 빨아들인다. 질은 류산은 탄수화물속의 수소와 산소를 $H_2O$와 같은 비률(H:O=2:1)로 빨아내여 탄소만 남긴다.

**화학성질**

류산은 푸른 리트머스를 붉은색으로 변화시킨다.

묽은 류산은 활성이 센 금속과 반응하여 수소를 낸다.

$$H_2SO_4+Zn=ZnSO_4+H_2$$

질은 류산은 산화제적성질로 하여 염산과 달리 금속과 반응하여 이산화류황(기체)을 내보낸다.

$$2H_2SO_4+Cu=CuSO_4+SO_2+2H_2O$$

류산은 염기와 반응하여 염과 물을 만든다.

$$H_2SO_4+Cu(OH)_2=CuSO_4+2H_2O$$

류산은 금속산화물과 반응하여 염과 물을 만든다.

$$H_2SO_4+PbO=PbSO_4+H_2O$$

$$H_2SO_4+CuO=CuSO_4+H_2O$$

류산은 염과 반응하여 새로운 산과 새로운 염을 만든다.

$$H_2SO_4+2NaNO_3=Na_2SO_4+2HNO_3$$

**용도**

류산은 류안, 과석과 같은 화학비료와 화학섬유, 농약, 화약, 물감 같은것을 만드는데 쓰이며 동, 아연제련과 연축전지의 전해액으로 쓰인다.

**7) 질산($HNO_3$)**

질산은 수소와 질산기로 이루어진 화합물이다.

질산은 수용액에서 다음과 같이 해리한다.

$$HNO_3=H^++NO_3^-$$

**만들기**

질산은 암모니아를 백금촉매우에서 산소와 반응시킬 때 생기는 산화질소를 산화시켜 이산화질소를 만들고 이것을 물과 반응시켜 만든다.

$$4NH_3 + 5O_2 \overset{Pt}{=} 4NO + 6H_2O$$

$$2NO + O_2 = 2NO_2$$

$$3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$$

실험실에서는 질산염에 질은 류산을 반응시켜 만든다.

**례:** $2NaNO_3 + H_2SO_4 \overset{열}{=} 2HNO_3 + Na_2SO_4$

**물리성질**

질산은 신맛을 가진다.

순수한 질산은 심한 자극성냄새를 내는 색이 없는 액체이다. 흔히 질산이 누른색을 띠는것은 질산이 분해되여 생긴 $NO_2$이 용해되여 있기때문이다.

질은 질산의 농도는 65%정도이며 밀도는 1.4g/cm$^3$이다.

**화학성질**

질산은 푸른 리트머스를 붉은색으로 변화시킨다.

질산은 산화제적성질로 하여 염산과 달리 금속과 반응하여 질소산화물(기체)을 내보낸다.

$$Fe + 4HNO_{3(붉은)} = Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$$

질산은 염기와 반응하여 염과 물을 만든다.

**례:** $HNO_3 + NaOH = NaNO_3 + H_2O$

질산은 빛이나 열을 받으면 쉽게 분해된다.

$$4HNO_3 \overset{빛}{=} 2H_2O + 4NO_2 + O_2$$

**용도**

질산은 단백질을 노랗게 태우므로 단백질을 알아내는 시약으로 쓰이며 질안비료와 폭약, 물감, 의약품을 만드는데 쓰인다.

## 4. 염기

### 1) 염기란 무엇인가

수용액에서 해리하여 음이온으로서 수산이온 $OH^-$만을 내놓는 화합물을 **염기**라고 부른다.

**례:** $NaOH = Na^+ + OH^-$

$Ba(OH)_2 = Ba^{2+} + 2OH^-$

염기는 금속과 수산기로 이루어져있다.

염기는 수용액에서 해리할 때 내보내는 수산이온 $OH^-$의 개수에 따라 1가염기, 2가염기 등으로 나누며 물에 용해되는 염기(알카리)와 물에 용해되지 않는 염기로 나눈다.

**례:** 1가염기 NaOH, KOH

2가염기 $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$

알카리 NaOH, KOH

### 2) 염기의 일반성질

① 염기의 수용액은 미끈거리는 손맛을 가진다.

② 염기는 붉은 리트머스를 푸른색으로, 페놀프탈레인을 분홍색으로 변화시킨다.

③ 염기는 산과 반응하여 염과 물을 만든다.

$$2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O$$

④ 염기는 일부 비금속산화물(산성산화물)과 반응하여 염과 물을 만든다.

$$Ca(OH)_2 + SO_3 = CaSO_4 + H_2O$$

⑤ 일부 염기는 량성산화물과 반응하여 염과 물을 만든다.

$$2NaOH + ZnO = Na_2ZnO_2 + H_2O$$

⑥ 알카리는 염과 반응하여 새로운 염기와 새로운 염을 만든다.

$$2NaOH + CuSO_4 = Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$$

### 3) 알카리

**알카리**란 수산화나트리움과 수산화칼시움과 같이 물에 잘 용해되며 모두 이온으로 해리되는 염기를 말한다.

**례:** $KOH = K^+ + OH^-$

$Ba(OH)_2 = Ba^{2+} + 2OH^-$

알카리에는 NaOH, $Ca(OH)_2$, KOH, $Ba(OH)_2$이 있다.

### 4) 수산화나트리움(가성소다)

수산화나트리움은 나트리움과 수산기로 이루어진 화합물이다.

수산화나트리움은 수용액에서 다음과 같이 해리한다.

$$NaOH = Na^{+} + OH^{-}$$

**만들기**

가성소다는 공업적으로 소금물을 전기분해하여 만들고 실험실에서는 탄산나트리움에 수산화칼시움을 반응시켜(가성화법) 만든다.

$$2NaCl + 2H_2O \overset{\text{전기}}{=} 2NaOH + H_2 + Cl_2$$

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + 2NaOH$$

**물리성질**

가성소다수용액은 미끈거리는 손맛을 가진다.

순수한 가성소다는 색이 없는 맑은 결정으로서 물에 잘 용해되며 공기속의 습기를 빨아들여 용해되는 조해성물질이다.

**화학성질**

수산화나트리움은 붉은 리트머스를 푸른색으로 변화시키며 페놀프탈레인을 분홍색으로 변화시킨다.

수산화나트리움은 산성산화물과 반응하여 염과 물을 만든다.

**례**: $2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$

수산화나트리움은 산과 반응하여 염과 물을 만든다.

**례**: $2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$

수산화나트리움은 염과 반응하여 새로운 염과 새로운 염기를 만든다.

**례**: $2NaOH + CuSO_4 = Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$

수산화나트리움은 량성산화물과 반응하여 염과 물을 만든다.

**례**: $2NaOH + ZnO = Na_2ZnO_2 + H_2O$

**용도**

수산화나트리움은 비누와 종이를 만드는데 쓰이며 인조섬유와 비날론생산, 석유를 정제하는데 쓰인다.

### 5) 수산화칼시움(소석회)

수산화칼시움은 칼시움과 수산기로 이루어진 화합물이다.

수산화칼시움은 수용액에서 다음과 같이 해리한다.

$$Ca(OH)_2 = Ca^{2+} + 2OH^{-}$$

**만들기**

수산화칼시움은 석회석(탄산칼시움)을 분해하여 얻은 생석회(산화칼시움)에 물을 반응시켜 만든다.

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

**물리성질**

수산화칼시움은 흰 가루물질이며 그 수용액은 미끈거리는 손맛을 가진다.

**화학성질**

수산화칼시움은 붉은 리트머스를 푸른색으로, 페놀프탈레인을 분홍색으로 변화시킨다.

수산화칼시움은 산성산화물과 반응하여 염과 물을 만든다.

**례:** $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$

이 반응은 탄산가스를 알아내는데 쓰인다.

수산화칼시움은 산과 반응하여 염과 물을 만든다.

**례:** $Ca(OH)_2 + 2HCl = CaCl_2 + 2H_2O$

수산화칼시움은 염과 반응하여 새로운 염과 새로운 염기를 만든다.

**례:** $Ca(OH)_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + 2NaOH$

**용도**

소석회는 산성화된 땅을 개량하는데 많이 쓰이며 보르도액이나 석회류황합제와 같은 농약을 만드는데 쓰인다.

### 6) 암모니아수($NH_3 \cdot H_2O$)

암모니아수는 암모니아의 수용액이다.

암모니아는 수용액에서 그 일부가 다음과 같이 해리한다.

$$NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

**만들기**

암모니아수는 암모니아를 물에 용해시켜 만든다.

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O$$

**물리성질**

암모니아수의 농도는 25%이며 밀도는 0.91g/$cm^3$이다.

암모니아수는 심한 자극성냄새를 낸다.

암모니아수는 미끈거리는 손맛을 가진다.

**화학성질**

암모니아수는 붉은 리트머스를 푸른색으로, 페놀프탈레인을 분홍색으로 변화시킨다.

암모니아수는 산성산화물과 반응하여 염과 물을 만든다.

**례:** $2NH_3 \cdot H_2O + CO_2 = (NH_4)_2CO_3 + H_2O$

암모니아수는 산과 반응하여 염과 물을 만든다.

**례:** $2NH_3 \cdot H_2O + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4 + 2H_2O$

암모니아수는 염과 반응하여 새로운 염과 새로운 염기를 만든다.

**례:** $2NH_3 \cdot H_2O + Cu(NO_3)_2 = 2NH_4NO_3 + Cu(OH)_2$

**용도**

암모니아수는 직접 질소비료로 쓰인다. 이 경우 흙으로 잘 덮어주어야 한다.

암모니아수는 증발열이 크므로 랭동기의 랭매로, 질안, 류안, 염안, 뇨소와 같은 질소비료를 만드는데 쓰인다.

## 5. 량성수산화물

### 1) 량성수산화물이란 무엇인가

수산화물은 수산기가 들어있는 화합물이다.

수산화물에는 염기와 산소산이 속한다. 염기는 염기성을 나타내고 산소산은 산성을 나타낸다.

수산화물에는 염기성과 산성을 함께 나타내는 량성수산화물도 있다.

산성과 염기성을 다같이 가지는 수산화물을 **량성수산화물**이라고 부른다.

**례:** $Zn(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Sn(OH)_4$, $Pb(OH)_4$

량성수산화물이 염기성과 산성을 다 나타내는것은 수용액에서 $H^+$를 내놓으면서 해리되기도 하고 $OH^-$를 내놓으면서 해리되기도 하기때문이다.

**례:** $2H^{+}+ZnO_2^{2-} \rightleftharpoons Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{2+}+2OH^{-}$

(산성) (염기성)

**2) 량성수산화물의 일반성질**

① 량성수산화물은 산과도 반응하고 염기와도 반응하여 염과 물을 만든다.

**례:** $Zn(OH)_2+2HCl=ZnCl_2+2H_2O$

$Zn(OH)_2+2NaOH=Na_2ZnO_2+2H_2O$

② 량성수산화물은 산성산화물, 염기성산화물과 반응하여 염과 물을 만든다.

**례:** $Zn(OH)_2+CO_2=ZnCO_3+H_2O$

$Zn(OH)_2+Na_2O=Na_2ZnO_2+H_2O$

## 6. 염

**1) 염이란 무엇인가**

**염**이란 수용액에서 해리하여 금속이온과 산이온을 내놓는 화합물을 말한다.

**례:** $CuSO_4=Cu^{2+}+SO_4^{2-}$

$NaCl=Na^{+}+Cl^{-}$

염은 금속원소와 산기로 이루어진다.

**례:** $Na_2SO_4$, $BaCO_3$, $NaNO_3$

염은 분자안에 들어있는 산기에 따라 나눈다.

**례:** $CaCl_2$, $CaSO_4$, $Ca(NO_3)_2$, $CaCO_3$

염화물 류산염 질산염 탄산염

또한 염은 분자안에 들어있는 금속에 따라서도 나눈다.

**례:** 나트리움염 $Na_2SO_4$, $Na_2CO_3$, $NaCl$

마그네시움염 $MgSO_4$, $MgCO_3$, $MgCl_2$

염은 또한 분자안에 수소원소가 들어있는가 없는가에 따라 수소염과 정염으로 나눈다.

정염은 분자안에 수소원소가 없는 염이고 수소염은 분자안에 수소원소가 있는 염이다.

이밖에 분자안에 수산기가 있는 수산염도 있다.

**례:** 정염 $NaCl$, $CuSO_4$

수소염 $NaHCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$

수산염 $MgOHCl$

수소염은 수용액에서 다음과 같이 해리한다.

**례:** $NaHCO_3 = Na^+ + HCO_3^-$

$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$

**2) 염의 성질**

① 염은 모두 보통조건에서 고체이며 물에 대한 용해도는 염마다 서로 다르다.

② 염은 금속과 반응한다. 이 반응은 금속의 활성이 염에 들어있는 금속의 활성보다 큰 경우에만 일어난다.

**례:** $CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu$

$Pb(NO_3)_2 + Zn = Zn(NO_3)_2 + Pb$

③ 염들사이에는 침전물이 생기는 경우 반응이 일어난다.

**례:** $Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$

④ 염은 기체나 침전물이 생기는 경우 산과 반응한다.

**례:** $Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$

$BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2HCl$

⑤ 염은 기체나 침전물이 생기는 경우 염기와  반응한다.

**례:** $NH_4Cl + NaOH = NaCl + NH_3\uparrow + H_2O$

$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 = CaCO_3\downarrow + 2NaOH$

**3) 염화물**

염소와 다른 한가지 금속원소만으로 이루어진 염을 **염화물**이라고 부른다.

**례:** 염화나트리움 $NaCl$, 염화칼리움 $KCl$, 염화마그네시움 $MgCl_2$, 염화칼시움 $CaCl_2$, 염화바리움 $BaCl_2$, 염화동 $CuCl_2$, 염화아연 $ZnCl_2$, 염화알루미니움 $AlCl_3$, 염화은 $AgCl$, 염화연 $PbCl_2$

염화물들가운데서 염화은과 염화연만이 물에 용해되지 않거나 적게 용해되며 나머지 염화물들은 모두 물에 잘 용해된다.

염화물용액에 질산은을 반응시키면 염화은의 흰 침전물이 생긴다.

$$KCl + AgNO_3 = AgCl\downarrow + KNO_3$$

$$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$$

이 반응은 염화물을 알아내는데 쓰이며 질산은은 염화물을 찾아내는 검출시약이다.

#### 4) 류산염

류산기와 금속원소로 이루어진 염을 **류산염**이라고 부른다.

**례:** 류산나트리움 $Na_2SO_4$, 류산칼리움 $K_2SO_4$, 류산마그네시움 $MgSO_4$, 류산칼시움 $CaSO_4$, 류산바리움 $BaSO_4$, 류산철(Ⅱ) $FeSO_4$, 류산철(Ⅲ) $Fe_2(SO_4)_3$, 류산동 $CuSO_4$, 류산아연 $ZnSO_4$, 류산알루미니움 $Al_2(SO_4)_3$, 류산연 $PbSO_4$

류산염들가운데서 류산바리움과 류산연, 류산칼시움, 류산은만이 물에 용해되지 않거나 적게 용해되며 다른 류산염들은 물에 잘 용해된다.

류산염용액에 염화바리움을 반응시키면 류산바리움의 흰 침전물이 생긴다.

**례:** $ZnSO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + ZnCl_2$

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$$

이 반응은 류산염을 알아내는데 쓰이며 염화바리움은 류산염을 알아내는 검출시약이다.

#### 5) 질산염

질산기와 금속원소로 이루어진 염을 **질산염**이라고 부른다.

**례:** 질산나트리움 $NaNO_3$, 질산칼리움 $KNO_3$, 질산마그네시움 $Mg(NO_3)_2$, 질산칼시움 $Ca(NO_3)_2$, 질산바리움 $Ba(NO_3)_2$, 질산철(Ⅱ) $Fe(NO_3)_2$, 질산철(Ⅲ) $Fe(NO_3)_3$, 질산동 $Cu(NO_3)_2$, 질산아연 $Zn(NO_3)_2$, 질산은 $AgNO_3$

질산염들은 모두 물에 잘 용해되며 열을 주거나 세게 타격하면 분해된다.

**례**: $2KNO_3 = 2KNO_2 + O_2$

$2Pb(NO_3)_2 = 2PbO + 4NO_2 + O_2$

$2AgNO_3 = 2Ag + 2NO_2 + O_2$

흑색화약은 질산칼리움, 숯, 류황을 일정한 비률로 섞은 물질이며 다음과 같은 반응에 의하여 폭발을 일으킨다.

$$2KNO_3 + S + 3C = K_2S + N_2 + 3CO_2$$

### 6) 탄산염

탄산기와 금속원소로 이루어진 염을 **탄산염**이라고 부른다.

**례**: 탄산나트리움 $Na_2CO_3$, 탄산칼리움 $K_2CO_3$, 탄산마그네시움 $MgCO_3$, 탄산칼시움 $CaCO_3$, 탄산바리움 $BaCO_3$, 탄산동 $CuCO_3$, 탄산아연 $ZnCO_3$, 탄산알루미니움 $Al_2(CO_3)_3$

탄산염들가운데서 탄산나트리움, 탄산칼리움만이 물에 용해되고 나머지 탄산염들은 물에 용해되지 않는다. 그러나 탄산가스가 용해된 물(례: 비물)에는 용해된다.

**례**: $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$

탄산염들은 높은 온도로 열주면 분해되여 금속산화물과 탄산가스로 된다.

**례**: $CaCO_3 \overset{열}{=} CaO + CO_2$

$MgCO_3 \overset{열}{=} MgO + CO_2$

이 반응을 리용하여 우리 나라에서는 석회석을 분해하여 생석회(CaO)를 만들며 마그네사이트를 분해하여 마그네샤크링카(주성분 MgO)를 만든다.

탄산염들은 모두 산과 반응하여 탄산가스를 내보낸다.

**례**: $MgCO_3 + 2HCl = MgCl_2 + CO_2 + H_2O$

이 성질은 탄산염을 알아내는데 쓰이며 산은 탄산염의 검출시약이다.

### 7) 금속의 활성차례

금속들을 활성이 큰것부터 작은것으로 차례로 늘여놓은것을 **금속의 활성차례**라고 부른다.

K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe Ni, Sn, Pb, $H_2$, Cu, Hg, Ag, Au

금속의 활성차례를 보고 무엇을 알수 있는가.

① 금속의 활성차례에서 앞에 있는 금속은 뒤에 있는 금속을 그 염용액에서 쫓아낼수 있으나 뒤에 있는 금속은 앞에 놓인 금속을 그 염용액에서 쫓아내지 못한다.

**례:** 반응 $Pb+CuSO_4=PbSO_4+Cu$은 일어나지만 $PbSO_4$과 Cu 사이에는 반응이 일어나지 못한다.

② 금속의 활성차례에서 수소보다 앞에 있는 금속은 산에서 수소를 쫓아내지만 뒤에 있는 금속은 수소를 쫓아내지 못한다.

**례:** 반응 $Zn+2HCl=ZnCl_2+H_2$은 일어나지만 Cu와 HCl사이에는 반응이 일어나지 못한다.

## 7. 화학비료

### 1) 화학비료란 무엇인가

농작물이 자라는데 필요한 영양원소들을 보충해주기 위하여 화학적방법으로 만들어낸 물질을 **화학비료**라고 부른다.

화학비료에는 어떤 영양원소가 들어있는가에 따라 질소비료, 린비료, 카리비료, 규소비료, 아연비료, 동비료 등으로 나눈다.

또한 화학비료는 농작물이 자라는데 필요한 영양원소의 량에 따라 다량원소비료와 미량원소비료로 나눈다.

다량원소비료에는 질소비료, 카리비료, 린비료, 규소비료가 있으며 미량원소비료에는 동비료, 아연비료, 붕소비료 등이 있다.

### 2) 질소비료

질소비료는 농작물에 필요한 영양원소인 질소를 보충해주기 위하여 만든 비료이다.

질소비료에는 류안, 질안, 뇨소비료 등이 있다.

질소비료는 농작물이 빨리 자라게 하고 성장과 발육을 좋게 하며 단백질과 엽록소를 만드는데서 중요한 역할을 한다.

① 류안〔류산암모니움 $(NH_4)_2SO_4$〕

류안은 질소가 21% 들어있는 흰 결정성물질이며 물에 잘 용해되는 류산염이다. 토양에서 해리된 암모니움이온 $NH_4^+$이 식물에 흡수된다.

$$(NH_4)_2SO_4 = 2NH_4^+ + SO_4^{2-}$$

류안은 비료로서의 효과가 빨리 나타나는 속효성비료이므로 농작물이 질소를 많이 요구하는 시기에 덧비료로 주는것이 좋다.

류안은 토양의 산성을 높이는 생리적산성비료이다. 그러므로 류안을 계속 쓰는 논밭에서는 반드시 2～3년에 한번씩 소석회를 쳐서 토양을 중화시켜야 한다.

류안에 소석회를 미리 섞어쳐서는 절대로 안된다. 그것은 류안과 소석회와의 반응에 의해 영양원소인 질소가 암모니아기체로 날아나버리기때문이다.

$$(NH_4)_2SO_4 + Ca(OH)_2 = CaSO_4 + 2H_2O + 2NH_3$$

암모니움염인 질안, 염안도 마찬가지이다. 이 반응은 암모니움염을 알아내는데 쓰인다.

② 질안(질산암모니움 $NH_4NO_3$)

질안은 질소가 35% 들어있는 흰 결정성물질이며 물에 잘 용해되는 질산염이다.

토양용액속에서 다음과 같이 해리된다.

$$NH_4NO_3 = NH_4^+ + NO_3^-$$

농작물은 $NH_4^+$만이 아니라 $NO_3^-$도 흡수한다.

그런데 $NH_4^+$와는 달리 $NO_3^-$은 토양알갱이에 흡착되지 않고 토양용액을 따라 흘러가므로 질안은 논에 쓰지 말고 밭에 써야 한다.

질안은 속효성비료이며 토양의 산성을 높이지 않는 생리적중성비료이다.

질안은 센 타격을 주면 폭발할수 있으므로 망치로 부스러뜨려서는 안된다.

③ 뇨소〔$CO(NH_2)_2$〕

뇨소는 질소가 46% 들어있는 흰 결정성물질이다.

뇨소는 토양속에서 미생물인 뇨소균의 작용에 의하여 탄산암모니움으로 변화되였다가 $NH_4^+$의 형태로 식물에 흡수된다.

$$CO(NH_2)_2 + 2H_2O \overset{뇨소균}{=} (NH_4)_2CO_3 = 2NH_4^+ + CO_3^{2-}$$

뇨소는 생리적중성비료이며 질소성분이 가장 많이 들어있는 비료이므로 논과 밭에 다 쓰기 좋다.

### 3) 린비료

린비료는 농작물에 필요한 영양원소인 린을 보충해주기 위하여 만든 비료이다. 린비료로 많이 쓰이는것은 과석($Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$)이다.

린비료는 농작물을 튼튼하게 하고 낟알이 많이 달리게, 잘 여물게 할뿐아니라 농작물이 가물과 추위에 잘 견디게 한다.

과석은 린회석에 류산을 반응시켜 만든다.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 = Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$$

식물은 린산이수소칼시움이 물에 용해되여 생겨나는 $H_2PO_4^-$ 이온을 흡수한다.

$$Ca(H_2PO_4)_2 = Ca^{2+} + 2H_2PO_4^-$$

린비료에는 용성린비료, 류린안, 중과린산석회비료도 있다.

### 4) 카리비료

카리비료는 농작물이 자라는데 필요한 영양원소인 칼리움을 보충해주기 위하여 만든 비료이다.

카리비료에는 $KCl$, $K_2CO_3$, $K_2SO_4$ 등이 있다.

카리비료는 식물체에 단백질과 탄수화물이 빨리 생기게 하며 줄기를 튼튼하게 하여주고 병해충의 피해를 덜 받게 한다.

농작물은 칼리움염들이 해리되여 생긴 $K^+$이온을 흡수한다.

### 5) 규소비료

규소비료는 농작물에 필요한 영양원소인 규소를 보충해주기 위하여 만든 비료이다.

규소비료로는 규산칼시움 $CaSiO_3$이 70～80% 들어있는 용광로나 평로에서 나오는 광재를 쓴다.

규소비료는 농작물이 질소와 린을 잘 빨아들이게 하고 그 효과성을 높여주며 줄기를 튼튼하게 하고 추위와 높은 온도, 병충해에 잘 견디게 한다.

농작물은 규소를 $SiO_3^{2-}$ 이온형태로 흡수한다.

### 6) 미량원소비료

미량원소비료는 농작물이 자라고 열매를 맺는데 적은 량 필요하지만 없어서는 안될 비료이다.

농작물에 요구되는 미량원소비료의 종류와 그 역할은 표와 같다.

**몇가지 미량원소비료**

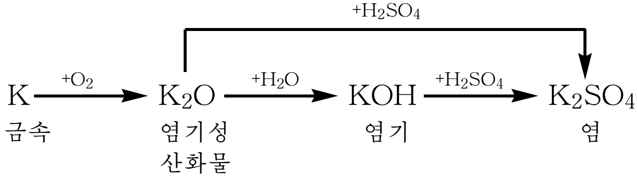
| 종류 | 비료로 쓰이는 물질 | 역 할 |
|---|---|---|
| 붕소비료 | 붕사 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$<br>붕산 $H_3BO_3$ | 꽃이 잘 피고 열매를 잘 맺게 하며 물질대사를 촉진하여 수확고를 높인다. |
| 아연비료 | 류산아연 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ | 빛합성이 잘되게 하며 식물의 성장을 자극하여 수확고를 높인다. |
| 동비료 | 류산동 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ | 식물이 빨아들인 질소영양의 효과성을 높여 수확고를 높인다. |
| 망간비료 | 류산망간 $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ | 엽록소가 만들어지게 하며 단백질의 형성을 촉진한다. |

## 8. 무기물질의 호상관계

① 금속, 염기성산화물, 염기, 염은 그 화학성질에 의하여 서로 련관되여있다.

단순물인 금속을 산화시키면 염기성산화물이 되고 염기성산화물이 물과 화합하면 수산화물인 염기로 된다. 이 염기가 산과 반응하면 염으로 된다. 그리고 염기성산화물이 산과 반응하여도 염이 된다.

**례:**




② 비금속, 산성산화물, 산, 염은 그 화학성질에 의하여 서로 련관되여있다.

단순물인 비금속을 산화하면 산성산화물이 되고 산성산화물이 물과 화합하면 산이 된다. 이 산이 염기와 반응하면 염으로 된다. 그리고 산성산화물이 염기와 반응하여도 염이 된다.

**례:** $S \xrightarrow{+O_2} SO_3 \xrightarrow{+H_2O} H_2SO_4 \xrightarrow{+NaOH} Na_2SO_4$ ($SO_3 \xrightarrow{+NaOH} Na_2SO_4$)

비금속　　산성산화물　　산　　염

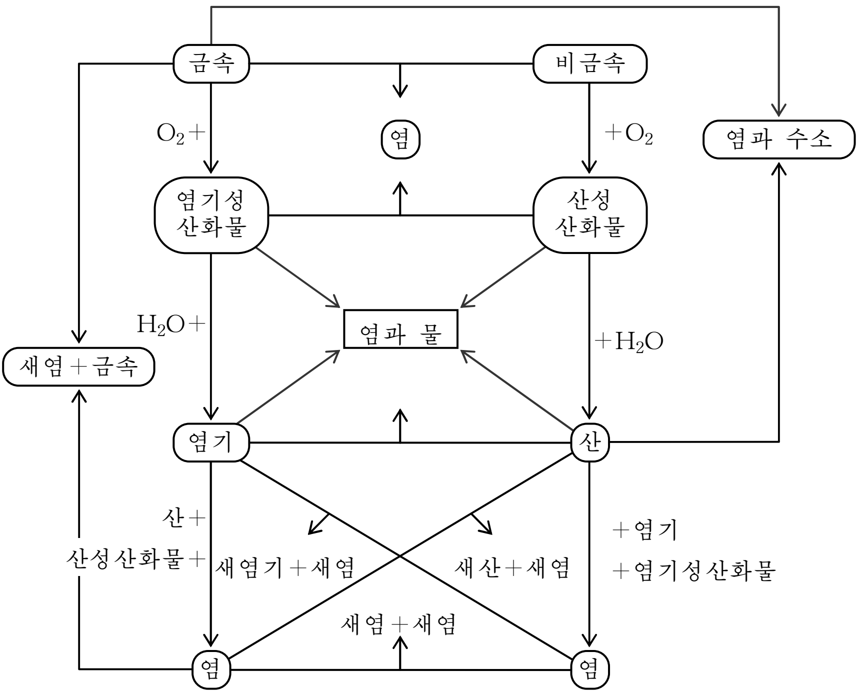
③ 단순물인 금속과 비금속이 직접 화합하면 염이 된다.

**례:** $2K + I_2 = 2KI$

④ 염기성산화물과 산성산화물이 직접 화합하여도 염이 된다.

**례:** $Na_2O + CO_2 = Na_2CO_3$

무기물질들사이의 호상관계는 다음과 같다.




무기물질들사이의 호상관계

## 제6장 복습문제

1) 산화물이란 무엇이며 산성산화물과 염기성산화물의 실례 5가지를 화학식으로 나타내여라.
2) 산이란 무엇이며 산의 일반성질에 대하여 말하여라.
3) 염기란 무엇이며 염기의 일반성질에 대하여 말하여라.
4) 량성수산화물이란 무엇이며 그것의 일반성질에 대하여 말하여라.
5) 염이란 무엇이며 염의 일반성질에 대하여 말하여라.
6) 화학비료란 무엇이며 질소비료 4가지, 린비료, 카리비료, 규소비료 각각 1가지, 미량원소비료 3가지의 화학식을 쓰고 비료의 역할을 설명하여라.
7) 다음의 변화를 화학방정식으로 나타내여라.
   ① $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$
   ② $C \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow Na_2CO_3$
   ③ $Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow CuO \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu$
   ④ $CaCO_3 \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2$
   $\searrow CaCO_3$
   ⑤ $Ba \rightarrow BaO \rightarrow Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3$
   $\searrow BaCl_2$
8) 다음의 물질들가운데서 서로 반응할수 있는 물질들사이의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.
   ① $NaOH$, $Zn$, $CO_2$, $HCl$, $I_2$
   ② $HCl$, $CO_2$, $CaCO_3$, $Ca(OH)_2$
9) 다음의 화학반응들가운데서 일어날수 있는 반응을 찾고 화학방정식을 쓰라.
   ① $AgNO_3 + Zn \rightarrow$　② $CuSO_4 + H_2 \rightarrow$
   ③ $Pb(NO_3)_2 + Zn \rightarrow$　④ $HgSO_4 + Al \rightarrow$
   ⑤ $NaCl + Mg \rightarrow$　⑥ $Fe(NO_3)_2 + Sn \rightarrow$
10) 다음의 변화를 일으키는 실험을 진행하고 현상을 설명하여라.
   $Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaCl_2$
11) 세개의 시약병에 염산, 류산, 질산이 들어있다. 어느 시약병에 어떤 산이 들어있는가를 화학방정식을 쓰고 설명하여라.

12) 네개의 시험관에 염화물, 류산염, 질산염, 탄산염의 수용액이 들어있다. 어느 시험관에 어떤 시약이 들어있는가를 실험으로 알아내고 화학방정식으로 나타내여라.

13) 세가지 맑은 용액 A, B, C가 있다. 이것들은 HCl, $BaCl_2$, $AgNO_3$용액이다. 이 용액들을 구별하기 위하여 진행한 실험결과는 다음과 같다.

① A를 B에 넣을 때 흰 침전물이 생긴다.

② A를 C에 넣을 때 변화가 없다.

③ B를 C에 넣을 때 흰 침전물이 생긴다.

④ 묽은 류산 $H_2SO_4$을 A에 넣으면 변화가 없지만 C에 넣으면 흰 침전물이 생긴다.

A, B, C의 화학식을 쓰라.

14) 묽은 염산에 아연 130.8g을 작용시켰다. 표준조건에서 수소가 몇L 얻어지겠는가?

15) 2.4%의 어떤 알카리용액을 얻기 위하여 물 200mL에 넣어야 할 용액은 300g이였다. 이 용액의 %농도는 얼마였는가?

16) 밀도가 1.19g/$cm^3$인 37% 염산 50mL를 중화시키는데 6% 수산화칼시움용액이 몇g 필요한가?

17) 산화동 CuO 3.92g과 완전히 반응하자면 밀도가 1.145g/$cm^3$인 20% 류산용액이 몇mL 있어야 하겠는가?

18) 산화나트리움 93g으로 60% 가성소다용액을 만드는데 필요한 물의 질량은 얼마인가?

19) 40% 류산용액을 만들기 위하여 20% 류산용액 300g에 넣어야 할 삼산화류황 $SO_3$의 량을 구하여라.

20) 수산화나트리움용액에 아연을 반응시켰더니 표준조건에서 수소 5.6L가 얻어졌다. 반응에 참가한 수산화나트리움과 아연의 량은 각각 얼마인가?

# 제7장. 화학반응

## 1. 화학반응의 형태

### 1) 분해반응과 화합반응

#### (1) 분해반응

한가지 물질로부터 두가지이상의 새로운 물질이 생기는 반응을 **분해반응**이라고 부른다.

**례:** $CaCO_3 \overset{열}{=} CaO + CO_2$

$2AgNO_3 \overset{열}{=} 2Ag + 2NO_2 + O_2$

$Cu(OH)_2 \overset{열}{=} CuO + H_2O$

$2HgO \overset{열}{=} 2Hg + O_2$

#### (2) 화합반응

두가지이상의 물질로부터 한가지 새로운 물질이 생기는 반응을 **화합반응**(혹은 간단히 화합)이라고 부른다.

**례:** $2Cu + O_2 = 2CuO$

$S + O_2 = SO_2$

$4FeO + O_2 = 2Fe_2O_3$

$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$

### 2) 치환반응

분자안의 원자나 원자단이 다른 원자나 원자단으로 갈리우는 반응을 **치환반응**이라고 부른다.

치환반응은 주로 화합물과 단순물사이에서 일어난다.

**례:** $C_2H_6 + Cl_2 = C_2H_5Cl + HCl$

$C_3H_8 + Br_2 = C_3H_7Br + HBr$

$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + H_2$

$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu$

포화탄화수소와 할로겐단순물과의 반응, 산과 금속과의 반응, 염과 금속과의 반응은 모두 치환반응이다.

치환반응은 단순물의 활성이 클 때 잘 일어난다.

### 3) 중화반응

산과 염기가 반응하여 염과 물이 생기는 반응을 **중화반응**이라고 부른다.

$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$$

염기　　산　　염　　물

중화반응에서 실제로 반응하여 변화되는것은 산의 수소이온 $H^+$와 염기의 수산이온 $OH^-$이다. 이것들이 서로 결합하여 물로 된다.

그러므로 중화반응을 이온방정식으로 쓰면 다음과 같다.

$$H^+ + OH^- = H_2O$$

중화반응은 산, 알카리적정과 산성토양을 개량하는데 리용한다.

산성토양이란 농작물이 자라는데 해를 줄 정도로 수소이온 $H^+$가 많이 들어있는 토양을 말한다.

산성토양은 소석회를 뿌려 개량한다.

$$\boxed{\text{토양}}\begin{matrix}-H\\-H\end{matrix} + Ca(OH)_2 = \boxed{\text{토양}}=Ca + 2H_2O$$

산성토양　　　　　　　중성토양

### 4) 이온교환반응

#### (1) 이온교환반응이란 무엇이며 이온방정식을 세우는 방법

물질을 이루고있는 이온들이 서로 바뀌면서 일어나는 반응을 **이온교환반응**이라고 부른다.

그리고 이온들사이의 반응을 이온식으로 나타낸 화학방정식을 **이온방정식**이라고 부른다.

**이온방정식을 세우는 방법**

① 물질의 화학식으로 화학방정식을 세운다.

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + 2NaCl$$

② 물에서 해리하는 물질들을 이온식으로 갈라서 쓴다.

$$2Na^+ + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + 2Cl^- = 2Na^+ + 2Cl^- + BaSO_4$$

여기서 $Na^+$와 $Cl^-$는 반응하지 않고 그대로 남아있다.

③ 반응에 참가한 이온들만 골라 이온방정식을 세운다.

$$Ba^{2+}+SO_4^{2-}=BaSO_4$$

**(2) 이온교환반응이 일어나기 위한 조건**

① 반응에서 침전물이 생겨야 한다.

**례:** $Ba^{2+}+SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow$

$Ag^{+}+Cl^{-}=AgCl\downarrow$

② 반응에서 기체물질이 생겨야 한다.

$$2H^{+}+CO_3^{2-}=H_2O+CO_2\uparrow$$

③ 반응에서 물과 같은 약전해질이 생겨야 한다.

**5) 부가반응**

2중결합(또는 3중결합)이 끊어지면서 다른 원자나 원자단이 덧붙는 반응을 **부가반응**이라고 부른다.

**례:** $CH_2=CH_2+Br_2\rightarrow BrH_2C-CH_2Br$

에틸렌 디브롬에탄

**6) 탈리반응**

한 분자안에서 보다 작은 분자(례: 물, 수소, 할로겐화수소, 암모니아 등)가 떨어지면서 2중결합(또는 3중결합)이 생기는 반응을 **탈리반응**이라고 부른다.

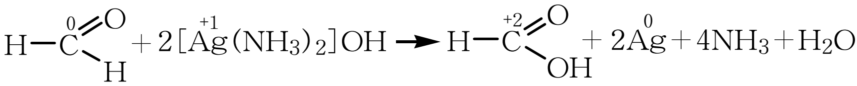
**례:** $CH_3-CH_2-OH \underset{\text{부가}}{\overset{\text{탈리}}{\rightleftarrows}} CH_2=CH_2+H_2O$

**7) 은거울반응**

알데히드에 산화은의 암모니아성용액을 작용시키면 알데히드는 산화되고 은은 $\overset{+1}{Ag}$ 로부터 $\overset{0}{Ag}$ 으로 환원된다.

이때 은이 시험관의 유리벽에 나붙어 은거울을 만들므로 이 반응을 **은거울반응**이라고 부른다.

례:



8) 에스테르화반응

산과 알콜이 반응하여 물이 얻어지면서 에스테르가 생기는 반응을 **에스테르화반응**이라고 부른다.

례: $CH_3COOH + HOC_2H_5 \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

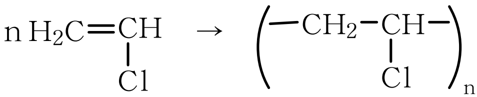
초산 에틸알콜 초산에틸에스테르

$NO_2OH + HOC_2H_5 \rightarrow NO_2OC_2H_5 + H_2O$

질산 에틸알콜 질산에틸에스테르

9) 중합반응

탄소－탄소 다중결합을 가지고있는 단량체들이 서로 결합하여 다른 결산물이 없이 고분자화합물을 만드는 반응을 **중합반응**이라고 부른다.

례: 

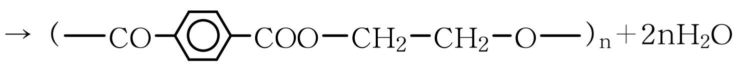
염화비닐 폴리염화비닐

10) 중축합반응

단량체들이 서로 반응하여 분자량이 작은 물질(물, 암모니아, 염화수소 등)을 내면서 고분자화합물을 만드는 반응을 **중축합반응**이라고 부른다.

례: 

테레프탈산 에틸렌글리콜

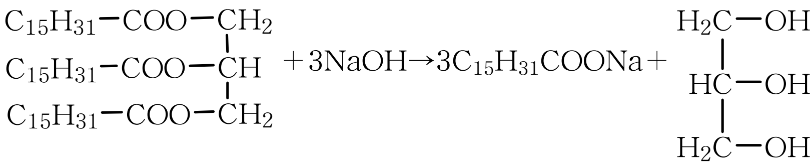


데트론수지

### 11) 비누화반응

알카리가 있는데서 에스테르의 분해반응을 **비누화반응**이라고 부른다.

**례 1:**




기름(트리팔미틴)　　　　　　팔미틴산나트리움(비누)　글리세린

**례 2:** $CH_3COOC_2H_5+NaOH \rightarrow CH_3COONa+C_2H_5OH$

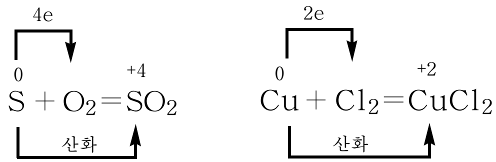
### 12) 산화환원반응

#### (1) 산화환원반응이란 무엇인가

**산화**란 원자나 이온이 전자를 내주는 과정이다.

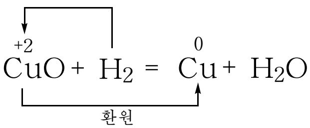
산화에는 물질이 산소와 화합하는 반응뿐아니라 원소의 산화수가 커지는 과정도 포함된다.

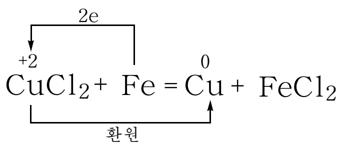
**례:**



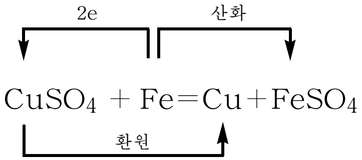

**환원**이란 원자나 이온이 전자를 받아들이는 과정이다.

환원에는 산화물에서 산소가 떨어져나가는 반응뿐아니라 산화수가 작아지는 과정도 포함된다.



산화와 환원은 언제나 함께 일어난다. 그것은 전자를 내주는 물질이 있어야 다른 물질이 전자를 받기때문이다.

**례:** 


$Fe-2e \rightarrow Fe^{2+}$ (산화)

$Cu^{2+}+2e \rightarrow Cu$ (환원)

원자나 이온사이에서 전자를 주고받으면서 일어나는 화학반응을 **산화환원반응**이라고 부른다.

주어진 반응이 산화환원반응인가 아닌가 하는것은 반응물과 생성물을 이루는 원소들의 산화수변화를 보고 알수 있다. 산화수변화가 있는 반응은 산화환원반응이다.

**례:** $\overset{+1}{H}\overset{-1}{Cl}+\overset{+1}{Na}\overset{-2}{O}\overset{+1}{H}=\overset{+1}{Na}\overset{-1}{Cl}+\overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$ (이온교환반응)

$\overset{+2}{Cu}\overset{-1}{Cl_2}+\overset{0}{Fe}=\overset{+2}{Fe}\overset{-1}{Cl_2}+\overset{0}{Cu}$ (산화환원반응)

**(2) 산화제와 환원제**

**산화제**란 다른 물질을 산화시키는 물질(전자를 받아 산화수가 작아지는 물질)이며 **환원제**란 다른 물질을 환원시키는 물질(전자를 내주어 산화수가 커지는 물질)이다.

산화환원반응에서 산화수에 의하여 산화제, 환원제를 쉽게 알아낼수 있다.

**례:** $\underset{\text{환원제}}{\overset{0}{Zn}}+\underset{\text{산화제}}{\overset{+2}{Cu}SO_4}=\overset{+2}{Zn}SO_4+\overset{0}{Cu}$

일반적으로 낮은 산화수를 가진 원소일수록 전자를 내주는 성질이 세므로 이런 원소의 원자나 이온들은 환원제로 되며 높은 산화수를 가진 원소의 원자나 이온은 산화제로 된다.

구체적으로 화합물인 경우 그것이 반응에서 산화제 또는 환원제로 작용하겠는가 하는것은 중심원소의 산화수에 관계된다. 중심원소가 여러개의 산화수를 가진다면 낮은 산화수의 화합물은 환원제로, 높은 산화수의 화합물은 산화제로 작용한다.

류황은 +6, +4, 0, −2의 산화수를 가지며 이에 해당한 화합물은 $H_2\overset{+6}{S}O_4$, $\overset{+6}{S}O_3$, $\overset{+4}{S}O_2$, $H_2\overset{-2}{S}$ 등이다. 여기서 $H_2SO_4$, $SO_3$은 산화제로, $H_2S$는 주로 환원제로 작용한다. 류황의 중간정도의 산화수를 가지는 $SO_2$은 반응하는 물질에 따라 산화제 또는 환원제로 작용한다.

단순물인 경우에 전형적인 금속일수록 환원제로서의 세기가 크며 전형적인 비금속일수록 산화제로서의 세기가 크다.

흔히 쓰이는 산화제로는 화학반응에서 쉽게 분해되면서 원자상태의 산소를 낼수 있는 물질들(례: $HNO_3$, 짙은 $H_2SO_4$, $KClO_3$, $K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$, $MnO_2$, $H_2O_2$, $O_3$, $O_2$)과 $F_2$, $Cl_2$ 등과 같이 활성이 센 비금속들이다.

환원제로는 산소와 쉽게 화합하는 물질들(례: C, CO, $H_2$, $SO_2$)과 Na, Mg, Al 등과 같이 활성이 센 금속들이다.

### (3) 산화환원방정식의 결수맞추기

산화환원반응에서 산화제가 받는 전자수는 환원제가 내준 전자수와 같다.(산화환원방정식결수맞추기 원리)

다시말하면 산화환원반응에서 커진 산화수의 총수는 작아진 산화수의 총수와 같다.

결수맞추기순서는 다음과 같다.

첫째로, 반응물과 생성물의 화학식을 쓰고 산화환원반응에 참가한 원소들의 산화수를 표시한다.

둘째로, 원소들의 산화수변화를 표시한다.

셋째로, 커진 산화수의 총수와 작아진 산화수의 총수가 같게 한다.

**례 1:** $Fe_2O_3+CO \rightarrow Fe+CO_2$의 결수맞추기

① $\overset{+3}{Fe_2}O_3+\overset{+2}{C}O \rightarrow \overset{0}{Fe}+\overset{+4}{C}O_2$

산화수는 2가 커진다.

② $\overset{+3}{Fe_2}O_3+\overset{+2}{C}O \rightarrow \overset{0}{Fe}+\overset{+4}{C}O_2$

산화수는 2×3이 작아진다.

총산화수는 2×3이 커진다.

③ $\overset{+3}{Fe_2}O_3+3\overset{+2}{C}O = 2\overset{0}{Fe}+3\overset{+4}{C}O_2$

총산화수는 2×3×1이 작아진다.

**례 2**: 동과 짙은 질산과의 산화환원방정식의 결수맞추기

① $\overset{0}{Cu} + H\overset{+5}{N}O_3 \longrightarrow \overset{+2}{Cu}(NO_3)_2 + \overset{+4}{N}O_2 + H_2O$

산화수는 2가 커진다

② $Cu + H\overset{+5}{N}O_3 \longrightarrow \overset{+2}{Cu}(NO_3)_2 + \overset{+4}{N}O_2 + H_2O$

산화수는 1이 작아진다

총산화수는 2×$\boxed{1}$ 이 커진다

③ $\overset{0}{Cu} + H\overset{+5}{N}O_3 \longrightarrow \overset{+2}{Cu}(NO_3)_2 + 2\overset{+4}{N}O_2 + H_2O$

총산화수는 1×$\boxed{2}$ 이 작아진다

④ $HNO_3$에서 $NO_3^-$은 산화환원반응에 참가한것이 2개이고 참가하지 않은것이 2개이다. 그러므로 $HNO_3$의 결수는 4이여야 하고 $H_2O$의 결수는 2이여야 한다.

$$Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

**례 3**: 류화비소 $As_2S_3$과 질산이 반응하면 아비산 $H_3AsO_4$과 류산 및 산화질소가 생긴다. 이 반응의 화학방정식을 완성하여라.

① $\overset{+3}{As_2}\overset{-2}{S_3} + H\overset{+5}{N}O_3 \longrightarrow H_3\overset{+5}{As}O_4 + H_2\overset{+6}{S}O_4 + \overset{+2}{N}O$

산화수는 8×3이 커진다

산화수는 2×2가 커진다

② $\overset{+3}{As_2}\overset{-2}{S_3} + H\overset{+5}{N}O_3 \longrightarrow H_3\overset{+5}{As}O_4 + H_2\overset{+6}{S}O_4 + \overset{+2}{N}O$

산화수는 3이 작아진다

총산화수는 (2×2+8×3)×$\boxed{3}$ 이 커진다

③ $3\overset{+3}{As_2}\overset{-2}{S_3} + 28H\overset{+5}{N}O_3 \longrightarrow H_3\overset{+5}{As}O_4 + H_2\overset{+6}{S}O_4 + \overset{+2}{N}O$

총산화수는 3×$\boxed{28}$ 이 작아진다

④ 산화환원반응에 참가한 원소들의 원자개수가 같아지도록 생성물에 결수를 쓴다.

$$3As_2S_3+28HNO_3\rightarrow 6H_3AsO_4+9H_2SO_4+28NO$$

⑤ 반응물과 생성물의 수소원자수를 확인하고 그것이 부족한쪽에 그만한 량의 물분자를 쓴다.

$$3As_2S_3+28HNO_3+4H_2O=6H_3AsO_4+9H_2SO_4+28NO$$

### 13) 화학반응과 열

#### (1) 반응열

화학반응이 일어날 때에는 새로운 물질이 생기는것과 함께 여러가지 형태의 에네르기(빛에네르기, 열에네르기, 전기에네르기, 기계적에네르기 등)가 생긴다. 화학반응에서 생기는 에네르기는 주로 열에네르기이다.

화학반응에서 나드는 열을 **반응열**이라고 부른다. 반응열의 견지에서 볼 때 화학반응에는 열을 내보내면서 일어나는 발열반응(－열)과 열을 받으면서 진행되는 흡열반응(＋열)이 있다.

**례:** $C_{(고체)}+O_{2(기체)}=CO_{2(기체)}$; －396kJ

$2HgO_{(고체)}=2Hg_{(액체)}+O_{2(기체)}$; ＋180kJ

#### (2) 열화학방정식

반응열을 함께 나타낸 화학방정식을 **열화학방정식**이라고 부른다.

**례:** $2H_{2(기체)}+O_{2(기체)}=2H_2O_{(기체)}$; －484kJ  (1)

$2H_{2(기체)}+O_{2(기체)}=2H_2O_{(액체)}$; －572kJ  (2)

열화학방정식 (1)은 기체상태의 수소 2mol과 기체상태의 산소 1mol이 반응하여 기체상태의 물(수증기) 2mol이 생길 때 484kJ의 열이 나온다는것을 의미한다. 열화학방정식 (2)에서는 생성물은 역시 물이지만 액체상태의 물 2mol이 생길 때 572kJ의 열이 나온다.

열화학방정식에서는 같은 물질이라고 하여도 모임상태가 다르면 가지고있는 에네르기가 다르기때문에 반응물과 생성물의 모임상태를 밝혀야 한다.

#### (3) 헤쓰의 법칙

반응이 어떤 길을 따라 일어나는가에 관계없이 처음상태와 마지막 상태가 같으면 반응열은 언제나 같다. 이것을 **헤쓰의 법칙**이라고 부른다.

주어진 반응물로부터 같은 생성물을 얻는데는 서로 다른 반응의 길이 있을수 있다. 례로 탄소를 연소시켜 탄산가스를 얻는데는 두가지 길이 있을수 있다.

첫째 길. $C_{(고체)}+O_{2(기체)}=CO_{2(기체)}$; $-396$kJ

둘째 길. $C_{(고체)}+\frac{1}{2}O_{2(기체)}=CO_{(기체)}$; $-111$kJ

$$CO_{(기체)}+\frac{1}{2}O_{2(기체)}=CO_{2(기체)};\ -285\text{kJ}$$

우의 자료를 통하여 반응의 둘째 길에서의 첫단계와 둘째 단계의 반응열의 합[$-111$kJ$+(-285$kJ$)=-396$kJ]은 반응의 첫째 길의 반응열($-396$kJ)과 같다는것을 알수 있다.

헤쓰의 법칙은 어떤 화학반응의 반응열을 직접 재지 않아도 그것을 계산에 의하여 알수 있게 한다.

## 2. 화학반응속도와 화학평형

### 1) 화학반응속도란 무엇인가

단위체적속에서 단위시간동안에 변화되는 반응물(또는 생성물)의 농도변화를 **화학반응속도**라고 부른다.

처음농도를 $C_1$mol/L, 일정한 시간이 지난 다음의 농도를 $C_2$mol/L, 반응시간을 $t$s라고 하면 반응속도 $\upsilon$는 다음과 같이 표시된다.

$$\upsilon=\pm\frac{C_2-C_1}{t}\ \ \text{mol}/(\text{L}\cdot s)$$

식에서 ±부호는 반응속도를 언제나 +값으로 나타내기 위해서이다. 반응물의 반응속도를 나타낼 때는 $C_1>C_2$ 이므로 식에 −부호를, 생성물의 반응속도를 나타낼 때는 $C_1<C_2$ 이므로 식에 +부호를 붙여야 한다.

### 2) 화학반응속도는 어떤 조건의 영향을 받는가

#### (1) 농도의 영향

화학반응속도는 반응물의 농도가 클수록 빨라진다. 그것은 반응물의 농도가 클수록 단위체적속의 분자수가 많아져 충돌할수 있는 기회가 많아지게 되기때문이다. 기체분자들사이반응에서는 압력을 높이면 분자수가 많아지므로 반응속도가 빨라진다.

한편 고체나 액체 또는 기체와의 반응에서는 고체의 걸면적이 클수록 화학반응속도가 빨라진다. 그것은 고체물질의 걸면적이 클수록 반응물들사이의 충돌수가 많아지기때문이다. 이런 리유로 하여 보이라에서 석탄을 가루상태로 불태우며 촉매를 잔구멍이 많은 상태로 만들어 쓴다.

화학반응속도와 농도사이의 관계는 반응속도에 관한 질량작용의 법칙에 따른다.

즉 화학반응속도는 반응물들의 농도적에 비례한다. 이것을 **반응속도에 관한 질량작용의 법칙**이라고 부른다.

화학반응 A+B=AB에서 화학반응속도와 농도사이관계는 다음과 같다.

$$v = KC_{\mathrm{A}} \cdot C_{\mathrm{B}}$$

이것을 **반응속도방정식**이라고 부르며 비례결수 $K$를 **반응속도상수**라고 부른다.

#### (2) 온도의 영향

화학반응속도는 온도를 높이면 빨라진다. 그것은 온도를 높일 때 밖으로부터 에네르기를 받아 활성분자가 늘어나 활성충돌수가 많아지기때문이다. 실험에 의하면 온도가 10℃ 높아짐에 따라 반응속도가 2～4배 빨라지는데 그것은 활성분자수가 그만큼 많아진다는것을 의미한다. 반응을 일으킬수 있는 정도의 큰 에네르기를 가진 분자를 **활성분자**라고 부르며 이 활성분자들사이의 충돌을 **활성충돌**이라고 부른다.

활성충돌에 참가하는 활성분자들이 가지고있는 최소의 에네르기를 **활성화에네르기**라고 부른다. 활성화에네르기는 반응마다 다르며 그 값이 작을수록 반응속도는 빠르다.

#### (3) 촉매의 영향

반응의 활성화에네르기를 낮추어줌으로써 화학반응속도를 빠르게 해주는 물질을 **촉매**라고 부른다. 일반적으로 A+B=AB 반응에 촉매 K가 참가하면 반응은 다음과 같이 진행된다.

$$A+K=AK$$
$$AK+B=AB+K$$

즉 촉매 K는 반응과정에 불안정한 중간물질 AK를 만들어 본래의 반응물질 A+B의 활성화에네르기보다 작은 에네르기를 가진 새로운 반응의 길을 따라 생성물을 만든다.

#### (4) 빛의 영향

빛에 의하여 일어나는 화학반응을 **빛화학반응**이라고 부른다. 빛화학반응이 일어나는 원인은 반응물분자들이 빛에네르기를 받아 활성분자로 되여 활성충돌수가 많아지기때문이다.

례로 사진을 찍을 때 일어나는 화학반응, 식물에서의 빛합성을 들수 있다.

$$2AgBr \overset{\text{빛}}{=} 2Ag + Br_2$$

$$6CO_2 + 6H_2O \overset{\text{빛}}{=} \underset{\text{포도당}}{C_6H_{12}O_6} + 6O_2$$

### 3) 화학평형상태란 어떤 상태인가

가역반응에서 정반응속도와 역반응속도가 같아진 상태를 **화학평형상태**라고 부른다.

가역반응은 암모니아합성반응과 같이 정반응과 역반응이 함께 일어나는 반응이다.

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

그리고 염소산칼리움의 분해에서와 같이 반응이 한방향 즉 정반응만 일어나는 반응은 비가역반응이다.

$$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$$

가역반응에서는 일정한 시간이 지나면 정반응속도와 역반응속도가 같아져 화학평형상태가 이루어진다. 암모니아합성반응이 평형상태에

이르면 질소와 수소로부터 암모니아가 생기는것만큼 암모니아가 분해되여 질소와 수소가 생긴다. 따라서 화학평형상태에서는 질소, 수소, 암모니아의 농도들은 변하지 않으며 겉보기에 반응이 멎은것처럼 보인다.

#### 4) 화학평형상수와 그 의미

화학반응이 평형상태에 있을 때 반응물과 생성물의 농도사이에는 일정한 법칙성이 있다.

화학평형상태에서 반응물들의 농도적에 대한 생성물들의 농도적의 비는 주어진 온도에서 일정하다.

일반적으로 반응이 $a\mathrm{A}+b\mathrm{B} \rightleftarrows a\mathrm{D}+e\mathrm{E}$평형에 이르렀다면

$$K=\frac{C_{\mathrm{D}}^{d}\cdot C_{\mathrm{E}}^{e}}{C_{\mathrm{A}}^{a}\cdot C_{\mathrm{B}}^{b}}$$ 이다.

이것을 **화학평형법칙**이라고 부르며 $K$를 **평형상수**라고 부른다.

평형상수 $K$는 다만 온도에만 관계되는 상수로서 물질의 농도에는 무관계하고 정해진 온도에서는 상수로 된다.

$K$값의 크기는 반응의 진행정도를 나타낸다. 즉 $K$값이 클수록 화학반응이 잘 진행되여 생성물이 더 많이 얻어졌다는것을 의미한다.

#### 5) 화학평형의 이동조건

화학반응은 일정한 시간이 지나면 평형상태에 놓이게 된다. 생성물을 더 많이 얻자면 화학평형상태를 파괴시켜 이동시켜야 한다.

##### (1) 르 샤뗄리예원리

화학반응이 평형상태에 있을 때 반응조건(농도, 온도, 압력 등)을 변화시키면 그 조건의 영향을 감소시키는쪽으로 평형이 이동된다. 이것을 **르 샤뗄리예원리**라고 부른다.

화학평형을 이동시키려면 르샤뗄리예원리에 맞게 농도, 온도, 압력 등 반응조건을 조절해야 한다.

##### (2) 농도의 영향

반응물의 농도를 높이면 그 농도를 낮추는 방향으로 평형이 이동하며 반대로 한 물질을 꺼내여 농도를 낮추면 낮아진 물질의 농도를 높이는 방향으로 평형이 이동한다.

### (3) 온도의 영향

온도를 높이면 높아진 온도를 낮추는 방향 즉 흡열반응이 일어나는쪽으로 평형이 이동하며 반대로 온도를 낮추면 낮아진 온도를 높이는 방향 즉 발열반응이 일어나는쪽으로 평형이 이동한다.

### (4) 압력의 영향

체적변화가 있는 반응(기체들사이의 반응)에서는 압력을 높이면 높아진 압력을 낮추는 방향 즉 체적이 줄어드는 방향으로 평형이 이동하며 반대로 압력을 낮추면 낮아진 압력을 높이는 방향 즉 체적이 불어나는 방향으로 평형이 이동한다.

평형상태에 있는 암모니아합성반응 $N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$; $-92.8kJ$에서 암모니아가 많이 생기는쪽으로 화학평형을 이동시키려면 다음과 같이 반응조건을 변화시켜야 한다.

즉 생긴 암모니아를 제때에 뽑아내여 그 농도를 낮추어야 하고 발열반응이므로 온도를 낮추어야 하며(너무 낮추면 반응속도가 떠질수 있다.) 압력은 될수록 높여 체적이 줄어드는 방향으로 반응을 진행시키면 결국 암모니아가 더 많이 생기는쪽으로 평형이 이동되게 된다.

실지로 암모니아합성반응에서는 온도를 450～500℃로 보장하면서 철촉매를 써서 반응속도를 빠르게 하며 압력은 45～50MPa을 보장한다. 이때 생긴 암모니아는 제때에 꺼내여 그 농도를 낮추는 방법으로 암모니아가 많이 생기는쪽으로 평형이 이동하게 한다.

## 3. 마그네샤크링카

### 1) 원료와 만드는 원리

마그네샤크링카를 만드는 기본원료는 마그네사이트 $MgCO_3$이다.

마그네샤크링카는 마그네사이트를 높은 온도에서 분해시켜 만든다.

$$MgCO_3 \overset{열}{=} MgO + CO_2\uparrow$$

마그네사이트 $MgCO_3$은 800～900℃에서 거의 완전히 분해되며 이때 가루상태의 MgO가 생기는데 이것을 **경소마그네샤**라고 부른다.

경소마그네샤를 1 700℃이상으로 가열하면 서로 녹아붙어 큰 결정체덩어리로 된다. 이 덩어리를 **마그네샤크링카**라고 부른다.

### 2) 마그네샤크링카는 어떻게 만드는가

마그네샤크링카는 수직로 또는 회전로에서 만든다. 수직로는 생석회를 만드는 석회로와 비슷하다. 회전로는 길고 둥근 강철통이며 이 통안에 내화벽돌이 안붙임되여있다. 회전로는 약간 경사져있고 천천히 돌아간다.

원료인 마그네사이트는 로의 웃부분으로 들어가 마주 오는 연료(석탄, 콕스연소가스)가스에 의해 분해된다. 회전로에서 뒤부분으로 가면서 크링카가 생기게 된다.

회전로는 수직로에서 쓸수 없는 가루상태의 광석도 전부 쓸수 있다.

### 3) 마그네샤크링카의 성질과 용도

마그네샤크링카의 화학조성은 산화마그네시움이고 화학성질은 다음과 같다.

① 산화마그네시움은 물과 작용하여 수산화마그네시움을 만든다.

$$MgO+H_2O=Mg(OH)_2$$

② 산화마그네시움은 산과 반응하여 마그네시움염을 만든다.

$$MgO+H_2SO_4=MgSO_4+H_2O$$

$$MgO+2HCl=MgCl_2+H_2O$$

③ 산화마그네시움은 일부 비금속산화물과 반응한다.

$$MgO+CO_2=MgCO_3$$

$$MgO+SiO_2=MgSiO_3$$

마그네샤크링카는 2 000℃이상의 높은 온도에서도 녹지 않고 잘 견디므로 야금공업에서 귀중한 내화물재료(마그네샤벽돌, 마그네샤세멘트) 및 도가니를 만드는데 쓰인다.

## 4. 카바이드

### 1) 원료와 만드는 원리

카바이드는 기본원료인 생석회 CaO와 무연탄(주성분 C)을 반응시켜 만든다.

$$CaO_{(고체)}+3C_{(고체)}=CaC_{2(고체)}+CO_{(기체)};\ +465kJ$$

이 반응은 흡열반응이며 1mol의 $CaC_2$을 만드는데 465kJ의 열을 주어야 한다. 그러므로 반응온도는 2 000℃이상 보장해야 한다.

#### 2) 카바이드는 어떻게 만드는가

카바이드는 전기로에서 만든다.

전기로는 내화벽돌로 안붙임하였으며 세개의 탄소전극이 삼각으로 배치되여있다. 로안에 반응물인 생석회와 무연탄을 10:7의 질량비로 섞어넣고 전기를 흘러보내면 전기에네르기에 의하여 생긴 열에 의하여 반응물이 녹으면서 반응이 일어나 카바이드가 생겨 로밑에 고인다. 카바이드는 녹은 상태에서 남비에 받아 식힌다.

이 방법은 많은 전기를 쓰는 부족점이 있다.

#### 3) 카바이드의 성질과 용도

순수한 카바이드는 색이 없는 고체이나 반응원료들이 일부 섞이므로 회색을 띤다.

카바이드는 물과 쉽게 반응하기때문에 습기방지대책을 세워 보관해야 한다.

$$CaC_2+2H_2O=Ca(OH)_2+C_2H_2$$

카바이드는 비날론, 모비론섬유와 염화비닐수지, 석회질소비료, 알콜, 초산과 같은 물질을 만드는 기본원료로 쓰인다.

### 5. 류산

#### 1) 원료와 만드는 원리

##### (1) 원료

기본원료는 $SO_2$이다.

류산생산공장들에서는 황철광 $FeS_2$을 태워 이산화류황을 얻으며 동, 아연, 연을 생산하는 제련소들에서는 유색금속광물(CuS, ZnS, PbS)들을 태울 때 생기는 이산화류황으로 류산을 생산한다.

##### (2) 만드는 원리

류산은 세 반응단계를 거쳐 만든다.

① $SO_2$을 만드는 단계

$$4FeS_2+11O_2=2Fe_2O_3+8SO_2$$

반응속도를 빠르게 하기 위하여 황철광을 가루상태로 반응시키며 반응온도는 750～850℃로 자체반응열에 의하여 보장한다.

② $SO_3$을 만드는 단계

$$2SO_{2(\text{기체})}+O_{2(\text{기체})}=2SO_{3(\text{기체})};\ -198\text{kJ}$$

이 반응은 체적이 작아지는 발열반응이므로 $SO_3$을 많이 생기게 하기 위해 온도를 600℃정도로 낮추면서 촉매($V_2O_5$)를 쓴다.

③ 삼산화류황과 물과의 반응단계

$SO_3$이 물과 반응하면 류산이 된다.

$$SO_3+H_2O=H_2SO_4$$

이때 생기는 열에 의하여 류산이 안개상태로 되므로 잘 잡히지 않는다. 그러므로 흡수탑에서는 물이 아니라 짙은 류산을 뿌려준다.

#### 2) 류산은 어떻게 만드는가

류산은 공장에서 배소공정, 먼지잡이공정, 산화공정, 흡수공정을 거쳐서 만든다.

##### (1) 광석의 배소공정

끓음식배소로에서 가루광석을 배소로의 옆으로 넣고 밑으로 공기를 불어넣어 태운다. 생긴 $SO_2$은 로의 우로 나가고 $Fe_2O_3$은 로의 아래로 떨어진다.

##### (2) 먼지잡이공정

배소로에서 나오는 가스속에는 $SO_2$밖에 반응하고 남아돌아가는 $O_2$과 먼지가 섞여있다. 이 혼합가스를 먼지잡이장치에 통과시켜 정제한다.

##### (3) 산화공정

정제된 혼합가스는 열교환기에서 440℃로 데워진 다음 산화기에 들어간다. 산화기에는 3～4개의 당반이 있는데 그우에 접촉면적을 크게 하기 위해 고리모양으로 만든 촉매($V_2O_5$)가 있다. 혼합가스는 산화기의 밑으로부터 올라갔다가 내려오면서 촉매층을 통과한다. 이때 $SO_3$이 생긴다.

##### (4) 흡수공정

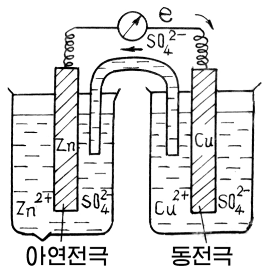
산화기밑으로 나온 600℃의 $SO_3$가스는 열교환기에 들어가 새로 들어오는 혼합가스($SO_2+O_2$)에 열을 넘겨주고 흡수탑으로 들어간다.

흡수탑에서 $SO_3$은 우에서 뿌려주는 짙은 류산(98%이상)과 반응한다. 이 과정에 짙은 류산에 들어있는 물과 반응하여 류산으로 된다.

## 6. 전지

### 1) 전지에서 전류는 어떻게 생기는가

화학적에네르기를 전기적에네르기로 바꾸는 장치를 **전지**라고 부른다.




아연판과 동판은 전극이고 류산아연용액과 류산동용액은 전해액이다.

두개의 전극가운데서 활성이 큰 금속인 아연의 원자는 전극에 전자를 넘겨주고 $Zn^{2+}$로 산화되여 용액속으로 용해되여 들어간다. 전자를 넘겨받은 아연전극은 전자가 남아돌아가므로 －극으로 된다.

아연전극(－극): $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e$(산화)

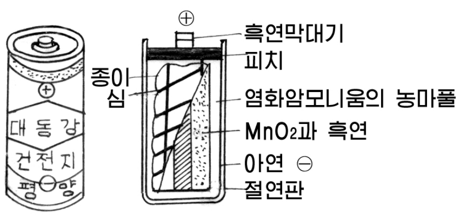
동전극에서는 류산동용액속의 동이온 $Cu^{2+}$가 전극에서 전자를 받아 동원자 Cu로 환원된다.

동전극(＋극): $Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$(환원)

두 극을 전기줄로 이어놓으면 전자는 아연전극으로부터 동전극에로, 류산동용액속에 남아돌아가던 $SO_4^{2-}$는 U자관을 거쳐 그것이 모자라는 류산아연용액쪽으로 흘러간다. 그리하여 회로가 이루어지면서 전자는 한 방향으로 흐르고 전류가 생기게 된다.

결국 전지에서 일어나는 반응은 산화환원반응이며 전지는 산화환원반응에서 물질들사이에 주고받는 전자를 한 방향으로 흐르게 하여 전류를 생기게 하는 장치라고 말할수 있다.

### 2) 건전지란 무엇인가




전해액이 흐르지 않게 만든 전지를 **건전지**라고 부른다.

건전지의 껍데기는 순수한 아연(음극)이고 가운데에는 흑연막대기(양극)가 꽂혀있다. 양극

둘레에는 $MnO_2$과 흑연가루를 전해액인 염화암모니움으로 반죽(양극합제)하여 붙였다. 음극과 양극사이의 공간에는 염화암모니움 $NH_4Cl$과 염화아연 $ZnCl_2$의 포화용액을 농마로 반죽하여 채워넣었다.

－극(아연): $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e$(산화)

＋극(흑연): $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$(산화)

양극인 흑연막대기에서는 아연이 내놓는 전자를 $Zn^{2+}$과 염화암모니움이 반응하여 생긴 $H^+$이 받아 H로 환원된다.

생긴 수소는 수소전극을 만들며 방전되지 못하도록 한다. 수소를 제때에 없애기 위해 $MnO_2$이 양극합제에 들어간다. $MnO_2$처럼 전극반응에 의하여 생긴 물질이 새로운 전극을 만들지 못하도록 하는것을 **감극작용**이라고 부르며 그런 물질을 **감극제**라고 부른다.

$MnO_2$이 이러한 역할을 하기때문에 이 건전지를 《이산화망간건전지》라고 부른다.

이 전지의 전압은 1.5V이고 방전시킬 때 곧 1.35～1.40V로 낮아지고 그다음부터는 천천히 낮아진다. 이 전지는 계속 방전시키는것보다 일정한 시간사이를 두고 방전시켜 쓰는것이 더 좋다.

### 3) 축전지란 무엇인가

낮아진 전압을 다시 높여 되돌려쓸수 있는 전지를 **축전지**라고 부른다.

가장 많이 쓰이는 축전지는 연축전지이다. 연축전지의 전극은 살창모양으로 만든 연합금에 연의 산화물 PbO를 류산에 반죽하여 발라 말리운것이고 전해액은 묽은 류산(밀도 1.2～1.3g/$cm^3$, 27～39%)이다.

연축전지의 작용원리는 다음과 같다.

두 전극을 류산에 잠그면 PbO는 $PbSO_4$으로 된다.

$$PbO + H_2SO_4 = PbSO_4 + H_2O$$

충전과 방전과정에서는 산화환원반응이 일어난다.

축전지의 양극과 음극에서 일어나는 반응은 다음과 같다.

양극(＋): $PbO_2 + 2H^+ + H_2SO_4 + 2e \underset{\text{충전}}{\overset{\text{방전}}{\rightleftarrows}} PbSO_4 + 2H_2O$

음극(－): $Pb + SO_4^{2-} \underset{\text{충전}}{\overset{\text{방전}}{\rightleftarrows}} PbSO_4 + 2e$

충전할 때에는 외부의 전기에네르기(직류)에 의해 산화환원반응이 일어나게 된다.

우리가 보통 쓰고있는 축전지는 전기에네르기를 저축하고있는 충전된 상태이다. 저축되여있는 전기에네르기를 소비할 때에는 충전의 반대과정인 방전이 일어난다.

이와 같이 충전과 방전과정에서는 다같이 산화환원반응이 일어나며 두 과정을 하나의 반응식으로 표시하면 다음과 같다.

$$2\overset{+2}{Pb}SO_4 + 2H_2O \underset{\text{방전}}{\overset{\text{충전}}{\rightleftharpoons}} \overset{0}{Pb} + \overset{+4}{Pb}O_2 + 2H_2SO_4$$

연축전지의 전압은 2.17V(류산농도 37%)이며 사용할 때 전압이 1.8V까지 낮아지면 다시 충전해야 한다. 충전할 때에는 산의 량을 알아보고 부족하면 깨끗한 류산을 증류수에 용해시켜(37%정도) 넣고 충전하되 2.17V를 넘지 말아야 한다.

#### 4) 연료전지란 무엇인가

연료($H_2$, $CH_3OH$, 석탄 등)를 태울 때 일어나는 산화환원반응을 리용하여 만든 전지를 **연료전지**라고 부른다.

례를 들어 수소－산소전지에서는 KOH용액에 두개의 니켈전극을 잠그고 한쪽에는 수소기체를, 다른쪽에는 산소기체를 흘려보낸다. 전극반응은 다음과 같다.

(－)극: $H_2 + 2OH^- - 2e \rightarrow 2H_2O$

(＋)극: $\frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e \rightarrow 2OH^-$

두 전극반응을 묶으면 산소속에서 수소가 연소되는 반응으로 된다.

$2H_{2(\text{기체})} + O_{2(\text{기체})} = 2H_2O_{(\text{액체})}$

수소－산소전지의 전압은 1.23V이다. 이 연료전지는 화력발전소에서 연료를 태워 전기를 얻는것과는 비할바없이 연료의 리용률이 높으며 오래동안 계속 쓸수 있는 좋은 점이 있다.

### 7. 전기분해

#### 1) 전기분해란 무엇인가

전류에 의하여 전극에서 산화환원반응이 일어나 전해질이 분해되는 현상을 **전기분해**라고 부른다.

전류의 도움으로 산화환원반응이 일어나게 하는 장치를 전해조라고 부른다.

염화동의 전기분해과정을 보자.

염화동은 센전해질이므로 수용액에서 다음과 같이 해리되여있다.

$$CuCl_2 = Cu^{2+} + 2Cl^-$$

(+)극: $2Cl^- \rightarrow Cl_2\uparrow + 2e$(산화)

(−)극: $Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$(환원)

전기분해는 전지에서 일어나는 과정과 반대이다.

### 2) 파라데이법칙

전하수가 $\nu$인 이온 1mol을 원자로 만드는데는 $\nu$F의 전기량이 든다. 이것을 **파라데이법칙**이라고 부른다.

전자 1개의 전기량은 $1.602\times10^{-19}$C이므로 전자 1mol의 전기량은 $1.602\cdot10^{-19}C\times6.02\cdot10^{23} = 96\ 500C$이다.

이 전기량(96 500C)을 1F(파라데이)라고 부른다.

파라데이법칙을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$m = \frac{M\cdot I\cdot t}{\nu\cdot F}$$

즉 전기분해할 때 전극에 석출되는 물질의 질량($m$)은 몰질량($M$)과 전기량($I\cdot t$)에는 비례하고 전하수($\nu$)에는 거꿀비례한다.

### 3) 전기분해의 리용

#### (1) 가성소다만들기

가성소다는 기초화학물질로서 인조섬유와 종이, 비누생산 등 쓰이는데가 많다.

가성소다 NaOH는 소금물을 전기분해하여 만든다. 소금물에는 소금과 물이 해리되여 생긴 4개의 이온이 있다.

$$NaCl = Na^+ + Cl^-$$

$$H_2O = H^+ + OH^-$$

가성소다를 만드는 방법에는 격막법과 수은법이 있다.

① 격막법에 의한 가성소다만들기

격막법에서는 다음과 같은 산화환원반응이 일어난다.

철(－)극: $2H^{+}+2e \rightarrow H_2\uparrow$(환원)

흑연(＋)극: $2Cl^{-} \rightarrow Cl^{2}\uparrow+2e$(산화)

그리하여 용액에는 $Na^{+}$와 $OH^{-}$가 남게 되며 결국 NaOH가 생긴다. 양극에서 생긴 염소와 음극둘레에서 얻어진 가성소다가 반응하지 못하도록 음극과 양극사이에 석면(돌솜)으로 격막을 끼워놓았다. 이로부터 이 방법을 **격막법**이라고 부른다.

② 수은법에 의한 가성소다만들기

수은법에서는 다음과 같은 산화환원반응이 일어난다.

수은(－)극: $Na^{+}+e \rightarrow Na$(환원)

티탄(＋)극: $2Cl^{-} \rightarrow Cl_2\uparrow+2e$(산화)

생긴 Na는 수은과 작용하여 나트리움아말감(Na－Hg)으로 된다. 이 아말감에 더운물을 작용시키면 수은은 떨어져 본래대로 되고 나트리움은 물과 작용한다.

$$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2\uparrow$$

수은법으로 만든 가성소다는 격막법으로 만든 가성소다보다 순도가 높다. 가성소다를 만들 때 생긴 $H_2$, $Cl_2$은 염화수소와 염산을 만드는데 쓴다.

### (2) 전해도금

전기분해원리를 리용하여 금속겉면에 다른 금속을 입히는 과정을 **전해도금**이라고 부른다.

도금의 목적은 금속을 부식으로부터 방지하며 보기에도 좋게 하는데 있다.

도금층금속은 공기나 용액과 접촉해도 쉽게 변화되지 않는 금속(례로 크롬, 아연, 석, 니켈, 은, 금 등)과 합금(동과 석의 합금, 동과 아연의 합금 등)을 쓴다.

전해도금에서는 도금하려는 금속제품을 음극, 도금층금속은 양극으로 하며 전해액은 도금층금속이온이 포함된 용액을 쓴다.

아연의 전해도금과정을 보자.

전해액 $ZnCl_2$은 다음과 같이 해리된다.

$$ZnCl_2=Zn^{2+}+2Cl^{-}$$

제품(－)극: $Zn^{2+}+2e \rightarrow Zn$(환원)

아연(＋)극: $Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e$(산화)

산화환원반응결과(도금결과) 양극의 아연(도금층금속)은 줄어들고 음극아연(도금제품)은 늘어난다.

전해도금과정은 본질에 있어서 전기분해과정이다.

#### 4) 전지과정과 전기분해과정의 같은 점과 다른 점

##### (1) 같은 점

① 두 과정이 다같이 산화환원반응과정이다.

② 한 형태의 에네르기가 다른 형태의 에네르기로 넘어가는 과정이다.

##### (2) 다른 점

① 전지반응과 전기분해과정에서의 산화환원반응은 서로 반대되는 전극에서 일어난다.

전지반응에서는 음극에서 산화반응이 일어나고 양극에서는 환원반응이 일어난다.

전기분해반응에서는 전지반응과 반대이다.

② 변화되는 에네르기형태가 서로 반대이다.

전지반응에서는 화학적에네르기가 전기적에네르기로 변화되나 전기분해반응은 그 반대이다.

③ 두 반응에서 평형과정은 반대이다.

전지반응은 평형에로 접근하는 과정이라면 전기분해반응은 평형에서 멀어지는 과정이다.

## 제7장 복습문제

1) 다음의 이온방정식에 해당한 화학방정식을 2개씩 쓰라.

$$H^{+} + OH^{-} = H_2O$$

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3$$

$$2H^{+} + CO_3^{2-} = CO_2 + H_2O$$

2) pH=13인 가성소다용액을 중화하려면 0.1mol/L 류산용액 몇mL가 필요한가?

3) 부가반응과 중합반응의 같은 점과 다른 점을 말하여라.

4) 중합반응과 중축합반응의 같은 점과 다른 점을 말하여라.

5) 아세트알데히드의 은거울반응식을 쓰고 산화, 환원을 설명하여라.

6) 에스테르화반응과 비누화반응이 서로 거꿀반응이라고 말할수 있는가?

7) 중합반응과 중축합반응에 의하여 일어나는 반응을 2가지씩 반응식으로 나타내여라.

8) 다음 과정을 반응식으로 쓰라.

$$CH_3-CH_2-CH_2-OH \rightarrow CH_3-CH=CH_2 \rightarrow CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3$$

9) 암모니아 1mol이 생길 때에는 4.6kJ의 열을 내보낸다. 이 반응의 열화학방정식을 완성하여라.

10) 탄산칼시움이 분해되는 반응의 열화학방정식은 $CaCO_3 = CaO + CO_2$; +175kJ이다. 탄산칼시움 5kg을 분해하는데 얼마의 열량이 들며 이만한 열을 얻기 위하여 석탄 얼마를 태워야 하는가?(석탄에 탄소가 100% 있는것으로 보고 계산하여라.)

석탄이 탈 때 열화학방정식은 $C + O_2 = CO_2$; −396kJ이다.

11) $CaC_2$이 80% 들어있는 카바이드 1t을 만들려면 CaO가 96% 들어있는 생석회가 몇kg 필요한가? 이 카바이드로부터 아세틸렌 몇L를 만들수 있는가?(표준조건)

12) 질소와 수소가 1L들이 그릇안에서 반응한다. 어떤 온도에서 1s동안에 $5 \cdot 10^{20}$개의 질소분자가 암모니아로 된다면 이 온도에서 반응속도는 얼마이겠는가?

13) 다음 반응의 평형을 생성물이 많이 생기는쪽으로 이동시키려면 온도와 압력을 어떻게 변화시켜야 하겠는가?

① $N_2+O_2 \rightleftharpoons 2NO$; ＋180kJ

② $2SO_2+O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$; －198kJ

③ $CO+2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH$; －91kJ

14) $FeS_2$이 60% 들어있는 황철광 1t을 태울 때 0℃, 표준대기압에서 몇$m^3$의 $SO_2$이 얻어지겠는가? 또 그것으로부터 98% 류산을 얼마나 얻을수 있겠는가?

15) 황철광에 이류화철이 95% 들어있고 황철광을 태운 찌끼에는 황철광에 있던 류황중의 0.5%가 남아있게 된다면 매일 70% 류산을 2 500t 생산하는 공장에서 황철광의 매일 소비량을 계산하여라.

16) 다음의 화학반응들가운데서 산화환원반응을 지적하여라.

① $2Na+Cl_2=2NaCl$

② $NH_3+HNO_3=NH_4NO_3$

③ $2KClO_3=2KCl+3O_2$

④ $AgNO_3+NaCl=AgCl+NaNO_3$

⑤ $Zn+CuSO_4=Cu+ZnSO_4$

17) 다음 반응들에서 산화제, 환원제를 지적하여라.

① $2NaBr+Cl_2=2NaCl+Br_2$

② $H_2O+CO=H_2+CO_2$

③ $Fe_2O_3+3CO=2Fe+3CO_2$

18) 다음 물질들가운데서 산화제로 될수 있는 물질과 환원제로 될수 있는 물질을 지적하여라.

$NH_3$, $HNO_3$, $HBr$, $H_2O_2$, $HBrO_3$, $H_2$, $H_2S$, $H_2SO_4$, $KClO_3$, $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$

19) 이산화류황 $SO_2$은 화학반응에서 산화제로도 작용하고 환원제로도 작용한다. 다음 반응들에서 $SO_2$이 산화제와 환원제로 작용하는 경우를 밝혀라.

① $2SO_2+O_2=2SO_3$

② $SO_2+2H_2S=2H_2O+3S$

20) 다음의 산화환원반응들에서 산화제, 환원제를 지적하고 산화환원반응의 방정식을 완성하여라.

① $Fe+O_2 \rightarrow Fe_2O_3$

② $C+H_2SO_4 \to CO_2+SO_2+H_2O$

③ $S+H_2SO_4 \to SO_2+H_2O$

④ $KMnO_4+Na_2SO_3+H_2SO_4 \to MnSO_4+Na_2SO_4+K_2SO_4+H_2O$

⑤ $MnO_2+Br_2+KOH \to KMnO_4+KBr+H_2O$

⑥ $FeS_2+O_2 \to Fe_2O_3+SO_2$

21) 결정성류산니켈 $NiSO_4 \cdot 7H_2O$를 물에 용해시켜 용액 800g을 만들었다. 이 용액 100g으로부터 니켈을 완전히 석출시키기 위하여 2h동안에 1.072A의 전류를 통과시켰다. 용액 800g을 준비하는데 드는 결정수화물과 물의 량을 구하여라.

22) 물 400mL에 류산카드미움이 들어있는 염 40g을 용해시켰다. 카드미움을 완전히 석출시키기 위하여 용액에 2.144A의 전류를 4h동안 통과시켰다. 염에서 류산카드미움의 %함량을 구하여라.

23) 류산용액에 가성소다를 넣었더니 수소류산나트리움 3.6g과 류산나트리움 2.84g이 생겼다. 용액에 류산은 얼마나 있었고 가성소다는 얼마나 넣었겠는가?

# 제8장. 금속

## 1. 금속의 성질

### 1) 금속의 물리성질

(1) 거의 모든 금속은 보통온도에서 고체이며 수은만은 액체이다.

금속의 녹음점과 끓음점은 보통 높으며 그가운데서 녹음점이 제일 높은것은 월프람 W이다. 몇가지 금속의 녹음점은 다음과 같다.

**례:** 수은 Hg(−38.95℃), 갈리움 Ga(+30℃), 알루미니움 Al(+660℃), 동 Cu(+1 083℃), 금 Au(+1 063℃), 월프람 W(+3 370℃)

(2) 금속은 윤기와 색갈을 가진다.

금속이 자기에게 고유한 금속윤기를 가지는것은 빛을 잘 반사하기때문이다. 빛을 잘 반사하는것은 금속양이온과 결합하고있는 자유전자가 있는것과 관련된다. 몇가지 금속(Cu−붉은색, Au−누른색)을 내놓고 모든 금속은 은백색 또는 회백색을 가진다. 그것은 금속이 모든 파장의 빛을 다 반사하기때문이다. 어느 금속이나 매우 보드라운 상태에서는 검은색을 가진다.

(3) 금속은 전기와 열을 잘 전달한다.

그것은 금속이 자유전자를 가지고있기때문이다.

금속의 전도성은 온도가 높을수록 작아진다. 그 원인은 온도가 높을수록 양이온들의 떨기운동이 세지므로 그것이 자유전자의 운동을 방해하기때문이다. 매우 낮은 온도에서 큰 전기전도도를 나타내는것도 마찬가지로 설명할수 있다. 일반적으로 전기전도성이 좋은 금속일수록 열전도성도 좋다.

(4) 금속은 벼림성을 가진다.

금속은 두들겨 판으로 펼수도 있고 가는 줄로 뽑을수도 있다. 례로 금으로는 0.005mm두께의 판을 만들수 있으며 1g의 금으로 3 420m의 줄을 뽑을수 있다.

그것은 금속결합의 특성으로부터 금속을 어떻게 벼리는가에 관계없이 금속내부에 있는 양이온들의 배렬에는 아무런 변화도 생기지 않기때문이다.

### 2) 금속의 화학성질

거의 모든 금속은 산소, 염소, 류황과 같은 단순물과 산, 염기, 염과 같은 화합물과 반응한다. 금속의 화학성질은 그의 활성(원자가 전자를 내놓는 능력)과 관련된다.

(1) 금속은 공기속의 산소와 반응한다.

금속의 활성차례에서 Ag와 그다음에 놓여있는 금속들을 내놓고는 모든 금속이 공기속에서 산소에 의하여 산화되여 산화물을 만든다. 그러나 산화되는 정도는 서로 다르다.

활성차례에서 K로부터 Al에 이르는 금속들은 마른 공기속에서 보통온도에서도 쉽게 산화된다.

$$2K+\frac{1}{2}O_2=K_2O$$

$$2Mg+O_2=2MgO$$

$$4Al+3O_2=2Al_2O_3$$

그러나 Zn, Fe, Pb 같은 금속들은 보통온도에서 누기찬 공기속에서만 산화되여 녹쓴다. Ni, Sn 같은것은 보통온도와 누기찬 공기속에서도 산화되지 않고 안정하다. 활성차례에서 Zn으로부터 Hg에 이르는 금속들은 열을 주어야 산화되여 산화물을 만든다.

(2) 금속은 물과 반응한다.

활성차례에서 Ni과 그다음에 놓이는 금속들을 내놓고는 대부분의 금속들이 물과 반응한다. K, Ca, Na는 물과 세차게 반응하는데 이때 수소와 함께 염기가 생기고 많은 열이 난다.

$$2K+2H_2O=2KOH+H_2\uparrow$$

$$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2\uparrow$$

$$Ca+2H_2O=Ca(OH)_2+H_2\uparrow$$

Mg, Zn은 보통온도에서는 물과 반응하지 않지만 수증기나 끓는 물과는 반응하며 Fe는 빨갛게 달군 상태에서 수증기와 반응한다.

$$Mg+2H_2O=Mg(OH)_2+H_2\uparrow \text{(끓는 물)}$$

$$Zn+H_2O=ZnO+H_2\uparrow \text{(수증기)}$$

$$3Fe+4H_2O=Fe_3O_4+4H_2\uparrow \text{(수증기)}$$

(3) 금속은 산과 반응한다.

활성차례에서 수소앞에 놓여있는 금속들은 산과 반응하며 이때 수소가 생긴다. 활성차례에서 보다 왼쪽에 놓여있는 금속일수록 산과 세차게 반응하며 Sn, Pb와 같이 수소가까이 놓여있는 금속일수록 느리게 반응한다.

센산화제인 질산과 짙은 류산은 수소보다 활성이 작은 Cu, Ag, Hg와도 반응한다. 이때 수소가 아니라 질산인 경우에는 질소화합물($NO_2$, $N_2O_3$, NO, $N_2O$, $N_2$, $NH_3$)이 생기며 짙은 류산인 경우에는 주로 $SO_2$이 생긴다.

**례:** $3Cu+8HNO_{3(묽은)}=3Cu(NO_3)_2+2NO+4H_2O$

$Cu+2H_2SO_{4(짙은)}=CuSO_4+SO_2+2H_2O$

활성이 매우 작은 Au는 다만 왕수(짙은 염산과 짙은 질산의 3:1의 혼합물)와만 반응한다.

$$Au+HNO_3+3HCl=AuCl_3+NO+2H_2O$$

(4) 일부 금속은 염기와도 반응한다.

Al, Zn 등은 산과 반응할뿐아니라 센염기와도 반응한다. 이때 다같이 수소가 나온다.

**례:** $Zn+2HCl=ZnCl_2+H_2\uparrow$

$Zn+2NaOH=Na_2ZnO_2+H_2\uparrow$

아연산나트리움

$2Al+6HCl=2AlCl_3+3H_2\uparrow$

$2Al+2NaOH+2H_2O=2NaAlO_2+3H_2\uparrow$

알루민산나트리움

(5) 금속은 전기화학적성질을 가진다.

활성이 다른 두 금속을 맞대인 상태에서 누기있는 공기속에 놓아두면 전지가 형성되면서 활성이 큰 금속이 홀로 있을 때보다 빨리 부식된다.

### 3) 금속의 분류

(1) 금속은 색과 성질에 따라 흑색금속과 유색금속으로 나눈다. 흑색금속에는 철과 그의 합금, 크롬, 망간 등의 금속이 속하며 유색금속에는 나머지 금속들이 속한다.

(2) 금속은 그 밀도에 따라 경금속과 중금속으로 나눈다. 밀도가 $5g/cm^3$이하는 경금속이고 $5g/cm^3$이상은 중금속이다.

## 2. 금속의 부식과 그 방지

### 1) 금속의 부식이란 무엇인가

금속이 접촉하고있는 주위의 기체 또는 액체와 화학반응을 일으켜 못쓰게 되는 현상을 **금속의 부식**이라고 부른다. 금속의 부식에는 화학부식과 전기화학부식이 있다.

**화학부식**이란 금속이 마른 기체속에서 부식되는 현상을 말한다.

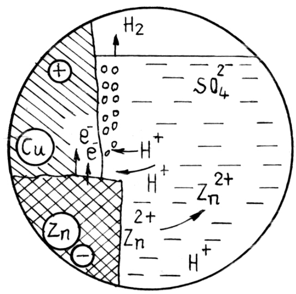
금속은 공기속에서 높은 온도로 열을 주거나 염소나 염화수소와 같은 마른 기체와 접촉하였을 때 화학반응이 일어나면서 부식된다.

$$4Fe + 3O_2 \overset{열}{=} 2Fe_2O_3$$
$$2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$$

**전기화학부식**이란 전해질용액에서 작은 전지가 이루어지면서 일어나는 부식이다.

즉 활성이 서로 다른 두 금속이 전해질용액에 맞대인 상태로 잠겨있을 때 작은 전지가 형성되면서 활성이 큰 금속이 부식(용해되는)되는 현상을 **전기화학부식**이라고 부른다.

전해질인 류산용액에 아연을 넣으면 아연겉면에서 수소가 생겨 밖으로 나온다. 이때 아연겉면에 동막대기를 가져다대면 수소가 아연이 아니라 동겉면에서 세차게 나온다. 그것은 전기화학반응결과 전기화학부식이 일어나기때문이다.



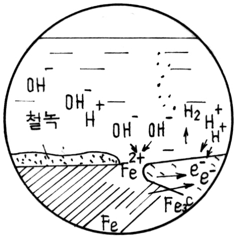

대부분의 부식은 전기화학부식이다. 화학부식과 전기화학부식은 다같이 산화환원반응과정이다.

### 2) 강철은 왜 부식되는가

강철에는 탄화철 $Fe_3C$의 잔 알갱이들이 섞여있다. 철제품이 습기있는 공기속에 있으면 그 겉면에 전해질용액의 얇은 막이 뒤덮여지는데 이 막이 강철속에 있는 철 Fe를 −극으로 하고 탄화철 $Fe_3C$를 +극으로 하는 작은 전지를 수없이 형성한다.

철(－)극의 겉면에서는 Fe가 전자를 내주고 $Fe^{2+}$로 산화되여 떨어져나간다.

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$$




탄화철 $Fe_3C$(＋)의 겉면에서는 $H^+$가 Fe가 내놓은 전자를 받아 $H_2$로 환원된다.

$$2H^+ + 2e \rightarrow H_2 \uparrow$$

철겉면에서는 떨어져나온 $Fe^{2+}$와 전해질용액속에 들어있는 $OH^-$가 결합하여 $Fe(OH)_2$로 되며 이것은 다시 산소에 의하여 $Fe(OH)_3$으로 된다.

$$4Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 = 4Fe(OH)_3$$

부식된 철의 겉면에서 흔히 보게 되는 붉은밤색의 물질은 $Fe(OH)_3$이다.

### 3) 금속의 부식을 방지하려면 어떻게 해야 하는가

금속의 부식은 생산과 건설에 막대한 해를 준다.

부식방지의 일반원리는 부식의 원인으로 되는 둘레의 물질들이 금속에 닿지 않도록 하거나 부식되지 않는 안정한 금속을 만들어쓰는것이다.

금속의 부식을 방지하는 몇가지 방법은 다음과 같다.

(1) 금속의 겉면에 부식에 견디는 물질을 바르거나 입힌다.

금속겉면에 기름, 라크, 에나멜, 뼁끼 등을 바르거나 아연, 석, 니켈, 동, 크롬, 금, 은과 같은 금속으로 도금한다.

(2) 금속의 겉면을 화학처리하여 부식되지 않는 안정한 물질로 변화시킨다.

철제품(무기, 공구류, 기계부속품 등)을 $NaNO_2$, $MnO_2$과 같은 산화제를 넣은 알카리용액에 잠그어 끓이면 빽빽하고 든든한 $Fe_3O_4$ 산화물피막이 입혀진다. 또한 Al제품은 그 겉면을 $Al_2O_3$의 촘촘한 층으로 변화시킨다.

(3) 금속을 다른 금속과 합금하여 내부구조를 변화시킨다.

이때 첨가한 금속(Cr, Ni 등)은 합금겉면에 촘촘한 산화물피막을 이루어 내부를 보호한다.

(4) 전지의 원리를 리용하여 부식을 막는다.

보호하려는 철제품에 활성이 보다 큰 아연과 같은 금속을 맞대여 놓으면 전지가 이루어지면서 아연이 부식되고 철은 보호된다. 이 원리는 배와 같이 늘 물속에 잠겨있는 설비(추진기 등)들의 부식을 막는데 많이 리용한다.

### 3. 금속의 만들기

#### 1) 금속을 만드는 일반원리

금, 은과 같은 귀금속을 제외한 모든 금속들은 자연계에 화합물(류화물, 산화물, 탄산염, 할로겐화물 등)로 있다.

광석으로부터 금속을 얻자면 먼저 광석안에 섞인 돌성분 같은 불순물을 없애고 금속성분이 많이 들어있는 부분을 갈라낸다. 이것을 **선광**이라고 부른다.

선광한 광석으로부터 금속을 얻으려면 적당한 환원제를 써서 환원반응을 일으킨다.

#### 2) 금속을 만드는 여러가지 환원방법들

##### (1) 탄이나 일산화탄소에 의한 환원

① 적철광 $Fe_2O_3$, 자철광 $Fe_3O_4$과 같이 활성이 그리 크지 않은 금속의 산화물로 된 광석은 석탄이나 일산화탄소와 같은 환원제를 써서 환원한다.

$$Fe_2O_3+3C=2Fe+3CO$$
$$Fe_2O_3+3CO=2Fe+3CO_2$$
$$Fe_3O_4+4C=3Fe+4CO$$
$$Fe_3O_4+4CO=3Fe+4CO_2$$

② 방연광 PbS와 같은 류화물광은 공기를 보내면서 태워서 산화물로 변화시킨 다음 환원제(C, CO)를 써서 환원한다.

$$2PbS+3O_2=2PbO+2SO_2$$
$$PbO+C=Pb+CO$$
$$PbO+CO=Pb+CO_2$$

**(2) 알루미니움에 의한 환원**

탄으로 환원하기 어렵거나 환원할 때 탄화물이 생기는 경우에 Al을 환원제로 쓴다. 특히 Ti, V, Cr, W, Mo, Mn을 비롯한 녹기 어려운 금속들의 환원에 쓰인다.

$$3TiO_2 + 4Al = 3Ti + 2Al_2O_3$$

$$Cr_2O_3 + 2Al = 2Cr + Al_2O_3$$

이 방법을 **알루미니움테르미트법**이라고 부른다.

**(3) 수소에 의한 환원**

녹이기 힘든 금속을 그 산화물로부터 환원할 때에는 환원제로 수소를 쓴다. 이 방법은 주로 순도가 높은 금속을 얻으려 할 때 쓰인다.

$$WO_3 + 3H_2 = W + 3H_2O$$

$$MoO_3 + 3H_2 = Mo + 3H_2O$$

**(4) 전기분해에 의한 환원**

Na, Mg, Al과 같이 활성이 커서 보통의 방법으로 환원하기 힘든 금속은 보통 전기분해방법으로 얻는다.

활성이 큰 금속들의 염을 녹인 상태에서 전기분해하여 음극에서 환원시킨다.

$$NaCl \overset{801℃}{=} Na^+ + Cl^-$$

$$(-)극:\ Na^+ + e \rightarrow Na(환원)$$

$$(+)극:\ 2Cl^- - 2e \rightarrow Cl_2\uparrow (산화)$$

이밖에 불순한 금속들을 정제하여 순수한 금속을 만들 때에도 전기분해(전해정련)한다.

례로 Cu, Pb, Ni의 전해정련을 들수 있다.

**3) 철의 만들기**

철의 성질은 탄소가 들어있는 량에 따라 다르다. 탄소가 2%이상 들어있는것이 **선철**이고 2%이하 들어있는것이 **강철**이다. 선철은 세게 때리면 깨지는 성질이 있다. 선철은 주물품이나 강철을 만드는데 쓰인다. 주물품(례로 가마, 방열기 등)을 만드는데 쓰이므로 선철을 주철이라고도 부른다.

강철은 퇸성이 좋고 세다. 그러므로 판이나 선으로 쓰이며 기계제품, 레루 등을 만드는데 많이 쓴다.

### (1) 선철만들기

원료로는 적철광 $Fe_2O_3$, 자철광 $Fe_3O_4$과 같은 철광석을 쓴다. 철광석속에는 $SiO_2$이 불순물로 들어있다. 그러므로 철광석으로부터 선철을 얻자면 철의 산화물에서 철과 결합되여있는 산소와 철광석에 들어있는 $SiO_2$을 없애야 한다.

철의 산화물속의 산소를 없애는데는 환원제인 일산화탄소 CO가 그리고 $SiO_2$를 없애는데는 석회석 $CaCO_3$이 쓰인다.

선철은 용광로에서 만든다.

용광로꼭대기로부터 철광석, 콕스, 석회석을 넣고 로밑으로는 열풍로에서 나오는 500～800℃의 뜨거운 공기를 불어넣는다. 로의 아래부분에서 콕스가 타면서 CO가 생긴다.

$$C+O_2=CO_2;\ -396kJ$$

$$CO_2+C=2CO;\ +174kJ$$

이때 로밑통의 온도는 1 500℃에 이른다. 다음으로 일산화탄소는 우로 올라가면서 광석속의 철의 산화물을 환원하므로 철이 얻어진다.

$$Fe_2O_3+3CO=2Fe+3CO_2$$

$$Fe_3O_4+4CO=3Fe+4CO_2$$

이때 생긴 철의 일부가 탄소와 반응하여 탄화철 $Fe_3C$가 생겨 그것이 철에 용해되여 선철이 생긴다. 얻어진 선철은 흘러내려 로밑에 고인다.

한편 광석안의 $SiO_2$은 석회석이 분해되여 생긴 생석회 CaO와 반응하여 규산칼시움 $CaSiO_3$(광재)으로 된다.

$$CaCO_3=CaO+CO_2$$

$$CaO+SiO_2=CaSiO_3$$

광재는 녹아서 액체로 되며 쇠물보다 가벼우므로 그우에 떠서 겉면을 덮으므로 철이 산화되지 않게 한다.

선철과 광재는 일정한 시간을 두고 로밑에 있는 구멍으로 뽑아낸다. 로의 꼭대기에서는 페가스가 나온다. 이것을 용광로가스라고 하는데 여기에는 25～30%의 CO가 있다. 이 가스를 열풍로에서 태워 용광로로 보내는 공기를 덥힌다.

### (2) 강철을 만드는 일반원리

강철은 선철로부터 만든다. 선철에는 탄소와 함께 린 P, 규소 Si와 같은 원소들이 들어있다. 그러므로 강철을 만들자면 선철속의 탄소 함량을 2%아래로 떨구고 린, 규소와 같은것을 없애야 한다. 그러자면 이것들을 산화제를 써서 태워버려야 한다.

선철을 만드는 공장을 제철소라고 부르며 강철을 만드는 공장을 제강소라고 부른다.

제강소들에서는 산화제로 쇠돌(철광석)이나 산소(공기)를 쓴다. 산화제에 의하여 철의 일부가 산화철(Ⅱ) FeO로 된다.

쇠돌을 쓸 때 $Fe+Fe_2O_3=3FeO$

산소를 쓸 때 $2Fe+O_2=2FeO$

생긴 FeO는 선철속에 있는 C, Si, P와 같은 원소들을 산화시켜 없앤다.

$$C+2FeO=2Fe+CO_2$$

$$Si+2FeO=2Fe+SiO_2$$

$$2P+5FeO=5Fe+P_2O_5$$

### (3) 강철을 만드는 방법

강철을 만드는 방법에는 전로법, 평로법, 전기로법이 있다.

① 전로법

용광로에서 나오는 녹은 선철을 직접 전로(일정한 각도로 기울일 수 있는 로)에 넣고 산소를 불어넣어 탄소와 다른 불순물들을 산화시키고 강철을 얻는다. 이 방법은 연료를 따로 쓰지 않고 짧은 시간에 강철을 만드는 우점이 있는 반면에 강철의 질이 낮은 부족점이 있다.

② 평로법

평로에 선철과 함께 파철을 넣고 산화제로서 쇠돌을 넣으며 그우로 뜨거운 연료가스와 공기를 섞어서 불어넣어 태운다. 가스의 불길에 의하여 선철과 파철이 녹으며 반응이 일어나면서 강철이 얻어진다.

이 방법은 강철의 질이 높고 파철을 써서 강철을 얻는다는 우점이 있는 반면에 시간이 오래 걸리고 연료가 많이 소비되는것이 결함이다.

③ 전기로법

전기를 써서 반응에 필요한 높은 열을 얻는다. 전기로에 선철과 파철을 넣고 산화제로 쇠돌을 넣은 다음 전기로 녹이면 반응이 일어나면서 강철이 얻어진다.

이 방법은 전기를 쓰므로 온도를 마음대로 조절할수 있으며 따라서 질좋은 강철을 얻을뿐아니라 여기에 여러가지 금속을 넣어 특수강을 만들수 있다.

#### 4) 아연만들기

아연은 아연도금철판과 여러가지 합금을 만드는데 쓰인다.

아연을 만드는데 쓰이는 중요한 광석은 섬아연광 ZnS이다. 이것을 배소로, 류산용해조, 전해조를 거쳐 아연을 만든다.

먼저 선광한 아연정광을 배소로에서 태워 산화아연을 얻는다.

$$2ZnS+3O_2=2ZnO+2SO_2$$

반응에서 생겨난 $SO_2$은 류산을 만드는데 보내고 산화아연은 류산용해조에서 류산에 용해시켜 류산아연용액을 만든다.

$$ZnO+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2O$$

다음에 얻어진 $ZnSO_4$용액을 연판을 양극으로, 알루미니움판을 음극으로 하는 전해조에 넣고 전기분해한다.

그러면 음극인 Al판에는 Zn이 나붙고 양극인 Pb판에서는 $O_2$이 생겨 날아난다.

$$(-)극:\ Zn^{2+}+2e \rightarrow Zn$$

$$(+)극:\ 4OH^- \rightarrow 2H_2O+O_2\uparrow+4e$$

전해조용액에는 $SO_4^{2-}$와 $H^+$가 남아있으므로 류산의 농도가 커진다. 그러므로 전해액을 일정한 량씩 뽑아서 산화아연을 용해시키는데 보낸다.

음극겉면에 붙은 아연을 떼내여 녹여서 일정한 형태의 전기아연(순도 99.98%)덩어리로 만든다.

#### 5) 알루미니움만들기

알루미니움은 전기줄과 합금만들기, 가정용그릇을 만드는데 많이 쓰인다.

원료로는 보크사이트 $Al_2O_3 \cdot nH_2O$와 같은 광석을 쓴다.

알루미니움은 활성이 큰 금속이므로 동과 같이 수용액을 전기분해하는 방법으로는 얻지 못한다.

먼저 보크사이트($Al_2O_3 \cdot nH_2O$)를 구워 $Al_2O_3$(알루미나)을 얻는다. 다음에 알루미나를 열주어 녹인 상태에서 전기분해하여 Al을 얻는다.

알루미나는 높은 온도(2 000℃이상)에서 녹기때문에 녹음점을 낮추기 위하여 여기에 빙정석 $3NaF \cdot AlF_3$을 알맞게 섞는다. 그러면 약 1 000℃에서 녹는다.

알루미나의 전기분해에서는 두 전극으로 다 흑연전극을 쓰는데 음극은 전해조의 바닥에, 양극은 우에 설치한다.

음극에서 알루미니움이 생기고 양극에서는 생긴 산소에 의하여 흑연전극이 산화되여 일산화탄소가 생겨 나온다.

산화알루미니움의 전기분해와 같이 물질을 녹여서 전기분해하는것을 **녹인염전기분해**라고 부른다. 이 방법으로 활성이 큰 금속(K, Na, Al 등)들을 얻는다.

## 4. 합금, 순금속, 희유금속

### 1) 합금이란 무엇인가

어느 한 금속에 다른 금속(또는 비금속)을 섞어 만든 금속재료를 **합금**이라고 부른다.

합금은 그것을 만들려고 하는 금속들을 일정한 비률로 섞어서 녹인 다음 굳혀서 만든다. 례로 연과 석을 2:1로 섞어 만든 합금(땜납), 동과 아연의 합금(황동 또는 놋) 등을 들수 있다.

합금은 어떤 성질을 가지는가.

합금은 본래의 금속보다 더 굳고 녹음점은 더 낮다. 례로 땜납은 연이나 석보다 더 굳으며 녹음점도 181℃로서 낮다.(연의 녹음점 327℃, 석의 녹음점 232℃)

또한 합금은 전기저항이 본래의 금속보다 더 크다. 례로 동과 니켈의 합금인 콘스탄탄은 전기저항이 동의 5배, 니켈의 30배이다. 그러므로 전기저항선으로 쓴다.

합금은 거기에 들어있는 금속에 따라 흑색금속합금과 유색금속합금으로 나눈다.

흑색금속합금에는 선철, 강철(탄소강, 합금강)이 있고 유색금속합금에는 듀랄루민, 땜납, 황동, 청동, 니크롬 등이 있다.

### 2) 순금속이란 무엇인가

혼입물이 $10^{-2}$%아래인 금속을 **순금속**이라고 부른다. 보통 금속은 순수하다고 하여도 0.1~0.01%의 다른 물질이 섞여있다. 금속에 다른 물질이 조금이라도 섞여있으면 전기저항이 커진다. 전자자동화공업을 비롯한 현대기술분야와 최신과학기구제작분야에서는 혼입물이 없는 금속을 많이 요구한다.

례를 들어 전자공업에 쓰이는 동과 알루미니움은 혼입물이 $10^{-4}$~$10^{-5}$%보다 적어야 한다.

순금속은 고순도금속(혼입물이 $10^{-3}$~$10^{-5}$%)과 초고순도금속(혼입물이 $10^{-5}$%아래)으로 나눈다. 혼입물이 적을수록 금속의 순도가 높으며 순도가 높을수록 금속은 무르고 전류를 잘 흘러보낸다. 순금속은 금속을 정제하는 방법으로 만든다.

### 3) 희유금속이란 무엇인가

땅껍데기에 적게 들어있거나 몹시 흩어져있거나 만들기 힘든 금속을 **희유금속**이라고 부른다.

희유금속에는 Li, Be, V, Mo, W, In, Ti, Ge, Ga, Ra과 같은 금속들이 속한다.

희유금속들은 특수한 성질을 가진 합금강을 만드는데와 순금속을 만드는데 쓰인다. 례로 티탄과 그 합금은 가볍고 높은 온도에서 그 굳기가 유지되므로 초음속비행기, 로케트 그리고 타빈날개재료로 쓰인다. 또한 부식에 견디는 성질이 세므로 화학장치나 배를 만드는데 쓰인다.

## 제8장 복습문제

1) 다음과 같은 금속들로 이루어진 전지에서 어느 금속이 -극으로 되고 어느 금속이 +극으로 되는가?
   ① 마그네시움과 동
   ② 은과 철
2) 아연도금판과 석도금판의 도금층이 조금 벗겨졌을 때 그 부분에 작은 전지가 이루어진다. 어느 금속이 작은 전지의 -극으로 되며 어느 도금판이 먼저 부식되겠는가를 반응식으로 설명하여라.
3) 불순물이 많이 들어있는 금속과 순수한 금속을 공기속에 놓아두면 어느것이 더 빨리 녹쓸겠는가?
4) 다음 금속들가운데서 산에서 수소를 내쫓을수 있는 금속들을 골라내여라.
   Cu, Al, Na, Fe, Au, Cr, Ca, Mn
5) $CuSO_4$용액에 Mg덩어리, $NaNO_3$용액에는 Al덩어리를 넣으면 반응이 일어나겠는가? 일어난다고 생각하는 반응의 화학방정식을 쓰라.
6) 아래와 같은 염용액에 철판을 잠그었을 때 철은 어떤 염용액과 반응하겠는가? 화학방정식을 쓰라.
   $MgSO_4$, $NiSO_4$, $AlCl_3$, $Zn(NO_3)_2$, $Pb(NO_3)_2$, $AgNO_3$, $SnCl_2$
7) 질산은용액에 질량이 80g인 동판을 잠그었다. 은이 완전히 석출된 다음 판의 질량이 7.6% 커졌다. 용액에 들어있는 은의 량을 구하여라.
8) 아연 130g/L를 포함하는 전해액 300$m^3$를 얻는데 필요되는 1mol/L 류산용액의 체적과 아연 40%를 포함하는 아연광석(주성분 ZnO)의 량을 구하여라.
9) 류산동용액에 카드미움판을 잠그었을 때 용액의 질량이 3g만큼 줄어들었다. 용액으로 넘어간 카드미움의 량을 구하여라.
10) 아연과 산화아연의 혼합물 10.7g을 용해시키는데 10.22% 염산 100g이 들었다. 혼합물의 조성을 구하여라.

# 제9장. 유기화합물

## 1. 유기화합물의 특성과 분류

### 1) 유기화합물이란 무엇인가

**유기화합물**이란 탄화수소와 그 유도체를 말한다.

**례:** 탄화수소－메탄, 에틸렌, 아세틸렌, 벤졸

탄화수소의 유도체－알콜, 페놀, 알데히드, 카르본산

### 2) 유기화합물이 무기화합물과 다른 점

① 무기화합물은 110여가지의 화학원소로 이루어졌지만 유기화합물을 이루는 원소는 몇가지밖에 되지 않는다.

유기화합물을 이루는 기본원소는 탄소와 수소이며 이밖에 산소, 질소, 염소, 브롬 등과 같은 원소들로 이루어져있다.

② 유기화합물의 수는 무기화합물보다 훨씬 많다.

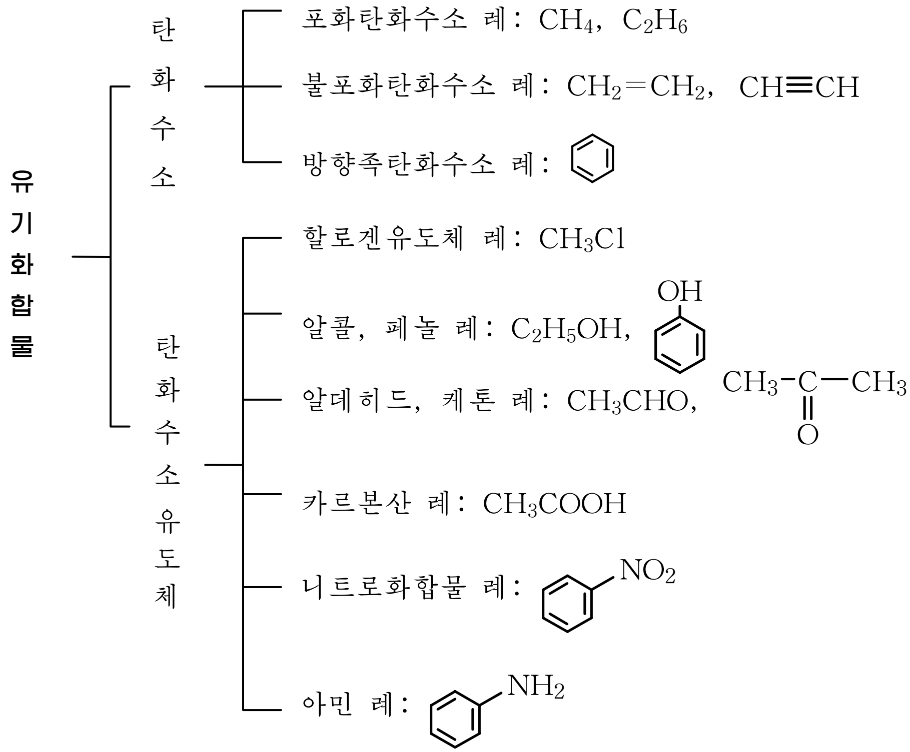
③ 유기화합물은 분자량에 비하여 녹음점, 끓음점이 매우 낮으며 물에 잘 용해되지 않고 벤졸, 휘발유 같은 유기용매에 잘 용해된다.

④ 거의 모든 유기물질은 불타며 이때 $CO_2$과 $H_2O$가 생긴다.

⑤ 유기화합물의 반응은 느리고 끝까지 일어나지 않는다.

### 3) 유기화합물의 분류

탄화수소와 그 유도체로 나눈다.




## 2. 포화탄화수소

### 1) 포화탄화수소

탄소원자들사이 단결합($\sigma$결합)만으로 이루어진 탄화수소를 **포화탄화수소**라고 부른다.

일반식 $C_nH_{2n+2}$

**례:** $CH_4$, $C_2H_6$, $C_3H_8$, $C_4H_{10}$, $C_5H_{12}$

메탄, 에탄, 프로판, 부탄, 펜탄

**물리성질**

① 보통조건에서 탄소원자수가 1-4개까지는 기체이고 5개이상은 액체이며 16개이상은 고체이다.

② 탄소수가 늘어남에 따라 녹음점, 끓음점은 점차 높아진다.

③ 모두 물에 용해되지 않으며 물보다 가볍다.

**화학성질**

포화탄화수소들은 반응성이 매우 약하다.

① 치환반응

빛을 쪼이거나 높은 온도로 열줄 때 치환반응을 한다.

**례:** $C_2H_6 + Br_2 \rightarrow C_2H_5Br + HBr$

에탄 브롬 브롬화에틸

② 연소반응(산화반응)

**례:** $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

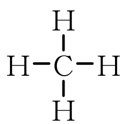
**용도**

① 연료로 쓰인다.

② 고체파라핀은 양초, 크레용 등을 만드는데 쓰인다.

③ 여러가지 유기물질들을 만드는 원료로 쓰인다.

**2) 메탄**

화학식 $CH_4$, 구조식 

**물리성질**

색과 냄새가 없으며 공기보다 가벼운 기체이다. 물에 잘 용해되지 않는다.

**화학성질**

① 치환반응

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{빛}} CH_3Cl + HCl$$

염화메틸

② 연소반응(산화반응)

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

**용도**

① 여러가지 유기물질을 만드는 원료로 쓰인다.

② 연료로 쓰인다.

### 3) 이성체와 이성현상

분자식은 같지만 구조가 다르기때문에 성질이 다른 물질들을 서로 **이성체**라고 부른다. 그리고 분자식은 같지만 구조가 다르기때문에 성질이 다른 현상을 **이성현상**이라고 부른다.

이성현상으로 하여 유기화합물의 수는 대단히 많다.

**례:** 부탄 $C_4H_{10}$의 이성체들

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \qquad CH_3-\underset{}{\overset{\displaystyle CH_3 \atop |}{CH}}-CH_3$$

노르말부탄　　　　　　　　이소부탄

### 4) 동족체와 동족렬

**동족렬**이란 구조와 성질이 비슷하고 이웃끼리 $CH_2$만 한 차이를 가지고있는 탄화수소들의 무리를 말한다.

동족렬에 속하는 하나하나의 물질들을 **동족체**라고 부른다.

**례:** 메탄동족렬

$CH_4$, $C_2H_6$, $C_3H_8$, $C_4H_{10}$, $C_5H_{12}$, ⋯ , $C_nH_{2n+2}$

에틸렌동족렬

$C_2H_4$, $C_3H_6$, $C_4H_8$, $C_5H_{10}$, ⋯ , $C_nH_{2n}$

## 3. 불포화탄화수소

### 1) 불포화탄화수소란 무엇인가

탄소－탄소사이에 2중결합(혹은 3중결합)을 가지고있는 탄화수소를 **불포화탄화수소**라고 부른다.

또는 탄소－탄소사이에 $\pi$결합을 가지고있는 탄화수소를 불포화탄화수소라고 부른다.

**례:** $\underset{\text{에틸렌}}{CH_2=CH_2}$, $\underset{\text{아세틸렌}}{CH\equiv CH}$, $\underset{\text{부타디엔}}{CH_2=CH-CH=CH_2}$

**화학성질**

① 부가반응

**례:** $CH_2=CH_2+Br_2 \rightarrow H_2C-CH_2$ (각 C에 Br 결합: Br Br)

에틸렌 디브롬에탄

② 중합반응

**례:** $nCH_2=CH_2 \rightarrow (-CH_2-CH_2-)_n$

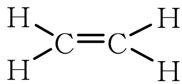
에틸렌 폴리에틸렌

③ 연소반응(산화)

**례:** $2\,CH\equiv CH+5O_2 \rightarrow 4CO_2+2H_2O$

아세틸렌

**2) 에틸렌**

화학식 $C_2H_4$, 구조식  (간단히 $CH_2=CH_2$)

**만들기**

① 원유(포화탄화수소)의 열분해

**례:** $C_6H_{14} \xrightarrow{\text{열}} C_4H_{10}+C_2H_4$

헥산 부탄 에틸렌

② 에틸알콜의 탈수

$$C_2H_5OH \xrightarrow[\text{짙은 } H_2SO_4]{160\sim170℃} CH_2=CH_2+H_2O$$

**물리성질**

색과 냄새가 없으며 물에 잘 용해되지 않는 기체이다.

**화학성질**

① 부가반응

$CH_2=CH_2+Cl_2 \rightarrow H_2C-CH_2$ (각 C에 Cl 결합: Cl Cl)

디클로로에탄

② 중합반응

$$nCH_2=CH_2 \rightarrow (-CH_2-CH_2-)_n$$

폴리에틸렌

③ 산화반응

연소

$$C_2H_4+3O_2 \rightarrow 2CO_2+2H_2O$$

산화제에 의한 산화

**례:** $3CH_2=CH_2+2KMnO_4+4H_2O \rightarrow$

과망간산칼리움

$$\rightarrow 3\,\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{H_2C}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}}+2MnO_2+2KOH$$

**용도**

① 디클로로에탄($C_2H_4Cl_2$)을 만드는데 쓰인다.

$C_2H_4Cl_2$은 화학빨래에서 용매로 쓰인다.

② 폴리에틸렌수지를 만드는데 쓰인다.

**3) 마르꼬브니꼬브규칙(부가규칙)**

프로필렌과 같은 불포화탄화수소에 할로겐화수소가 부가될 때 할로겐화수소의 수소원자는 2중결합을 하고있는 두 탄소원자가운데서 수소원자가 보다 많은 탄소원자에 부가된다.

**례:** $CH_3-CH=CH_2+HBr \longrightarrow CH_3-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}-CH_3$

프로필렌 2－브롬프로판

**4) 아세틸렌**

화학식 $C_2H_2$, 구조식 $H-C\equiv C-H$ (간단히 $CH\equiv CH$)

**만들기**

카바이드에 물을 작용시켜 만든다.

$$CaC_2+2H_2O \rightarrow C_2H_2\uparrow+Ca(OH)_2$$

카바이드 아세틸렌 카바이드재

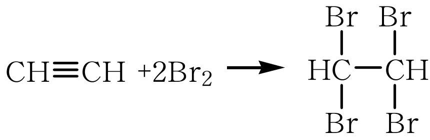
**물리성질**

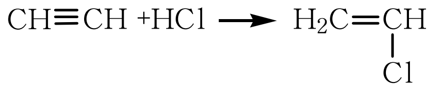
① 색과 냄새가 없는 기체이다. 그러나 보통 불순물때문에 나쁜 냄새가 난다.

② 물에 잘 용해되지 않는다.

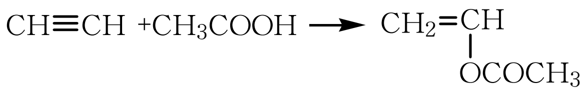
**화학성질**

① 부가반응





염화비닐(폴리염화비닐수지원료)



초산비닐(비날론원료)

② 중합반응

$$CH\equiv CH + CH\equiv CH \longrightarrow CH_2=CH-C\equiv CH$$

비닐아세틸렌(고무원료)

③ 산화반응(연소)

$$2C_2H_2+5O_2\rightarrow 4CO_2+2H_2O$$

이때 많은 열이 나온다.

**용도**

① 비날론, 염화비닐수지, 합성고무, 알콜, 초산을 비롯한 유기물질을 합성하는 원료로 쓰인다.

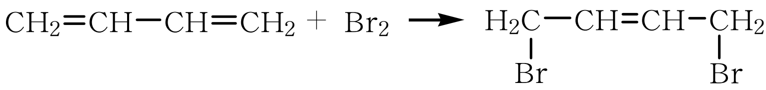
② 아세틸렌불길은 3 000℃까지 오르므로 금속을 자르거나 용접하는데 쓰인다.

**5) 부타디엔**

화학식 $C_4H_6$, 구조식 $CH_2=CH-CH=CH_2$

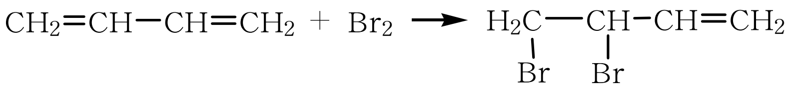
**화학성질**

① 부가반응



1, 4－디브롬부텐－2

또는



1, 2－디브롬부텐－3

② 중합반응

$nCH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 \rightarrow (-CH_2{-}CH{=}CH{-}CH_2-)_n$

폴리부타디엔

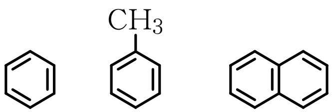
**용도**

부타디엔과 그 유도체의 중합물은 고무의 성질을 가지므로 합성고무로 쓰인다.

### 4. 방향족탄화수소

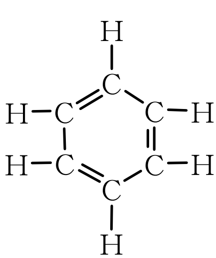
**1) 방향족탄화수소란 무엇인가**

분자안에 벤졸고리를 가지고있는 탄화수소들을 통털어 **방향족탄화수소**라고 부른다.

**례:** 

벤졸　　톨루올　　　나프탈린

**2) 벤졸**

분자식 $C_6H_6$, 구조식  간단히  혹은 

**물리성질**

① 특이한 냄새가 나는 색이 없는 휘발성액체이다.

② 물에 용해되지 않으며 물보다 가볍다.

③ 기름, 수지, 생고무 같은 유기물질을 잘 용해시킨다.

**화학성질**

① 치환반응

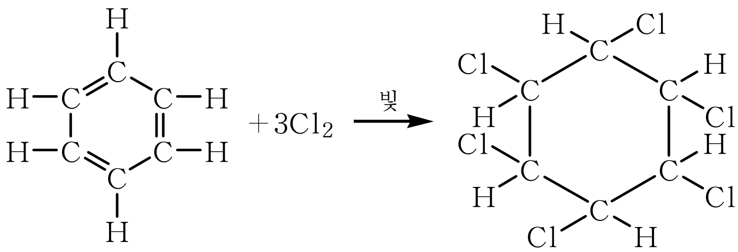
**례:** $C_6H_6+Br_2 \rightarrow C_6H_5Br+HBr$

브롬벤졸

**례:** $C_6H_6+HO-NO_2 \rightarrow C_6H_5NO_2+H_2O$

니트로벤졸

② 부가반응




헥사클로로란

간단히

$$C_6H_6+3Cl_2 \rightarrow C_6H_6Cl_6$$

**용도**

① 농약, 의약품, 물감, 폭발물을 만드는 출발물질로 쓰인다.

② 용매로 쓰인다.

**3) 석탄건류**

석탄을 공기가 없는데서 높은 온도로 열주어 분해시키는것을 **석탄건류**라고 부른다.

공업에서 석탄건류는 해탄로에서 한다.

석탄을 건류하면 석탄타르, 암모니아수, 해탄로가스, 콕스가 얻어진다.

석탄타르에서는 벤졸, 톨루올, 나프탈린과 같은 방향족탄화수소들을 갈라낸다.

이 물질들은 용매로, 유기합성원료로 쓰인다.

타르에서 이런 물질들을 갈라내고 마지막에 남는 피치는 도로포장과 방수제로 쓰인다.

암모니아수는 류안비료를 만드는데 쓰인다.

해탄로가스($H_2$, $CO$, $CH_4$)는 기체연료로 쓰인다.

이처럼 석탄은 화학공업의 귀중한 원료로 된다.

#### 4) 원유가공

원유는 끓음점이 서로 다른 여러가지 탄화수소들의 혼합물이다.

원유를 가공하여 휘발유, 디젤유와 같은 여러가지 액체연료들과 에틸렌, 프로필렌과 같은 갖가지 화학공업의 원료를 얻는다.

원유가공방법에는 증류, 열분해, 갱질화 같은것들이 있다.

① 증류

원유에 열을 주어 끓음점이 서로 다른  물질들을 따로따로 갈라낸다.

증류하면 액화가스, 휘발유, 등유, 경유, 중유 같은 연료들과 윤활유, 파라핀, 피치 같은것이 얻어진다.

원유를 증류할 때 40～210℃에서 끓어나오는 탄소원자수가 5～15개인 액체탄화수소의 혼합물을 **나프사**라고 부른다.

② 열분해

나프사를 공기없이 높은 온도로 열주어 에틸렌, 프로필렌과 같이 유기화학공업의 귀중한 원료인 불포화탄화수소를 얻는다.

③ 갱질화

나프사를 촉매가 있는데서 높은 온도와 압력에서 반응시키면 포화탄화수소가 방향족탄화수소로 된다.

이때 질좋은 휘발유가 얻어지며 유기합성원료인 방향족탄화수소가 얻어진다.

## 5. 알콜, 페놀

### 1) 알콜이란 무엇인가

탄화수소의 수소원자가 히드록실기로 갈리운 화합물을 **알콜**이라고 부른다.

일반식 $C_nH_{2n+1}OH$ (1가알콜)

**례:** $CH_3OH$, $C_2H_5OH$, $C_3H_7OH$

메틸알콜　　에틸알콜　　프로필알콜

### 2) 메틸알콜

화학식 $CH_3OH$

**만들기**

우리 나라에서는 갈탄을 원료로 하여 만든다.

갈탄을 550～650℃에서 건류할 때 얻어지는 콕스를 가스화하여 CO와 $H_2$을 얻는다.

$$CO+2H_2 \xrightarrow[300\sim400^\circ C,\ 20MPa]{촉매} CH_3OH$$

**물리성질**

64.7℃에서 끓는 색이 없는 액체이다. 눈신경에 센 독작용을 하므로 조금만 먹어도 눈이 멀고 생명이 위험하다.

**화학성질**

① 산화반응

촉매가 있는데서 산소로 산화하면 포름알데히드로 된다.

$$2CH_3OH+O_2 \xrightarrow{촉매} 2HCHO+2H_2O$$

연소반응

$$2CH_3OH+3O_2 \rightarrow 2CO_2+4H_2O$$

② 금속나트리움과의 반응

$$2CH_3OH+2Na \rightarrow 2CH_3ONa+H_2$$

나트리움메틸라트

③ 에테르형성반응

$$CH_3OH + HOCH_3 \xrightarrow[140℃아래]{H_2SO_4} CH_3-O-CH_3 + H_2O$$

디메틸에테르

**용도**

① 포름알데히드를 만드는데 쓰인다.

② 연료로 쓰인다.

③ 용매로 쓰인다.

④ 탄소하나화학공업의 귀중한 원료로 쓰인다.

**3) 탄소하나화학공업**

$CO$, $CO_2$, $CH_4$, $CH_3OH$와 같은 탄소가 한개인 화합물로부터 탄소가 둘이상인 유기화합물을 만드는 공업을 **탄소하나화학공업**이라고 부른다.

메틸알콜은 탄소하나화학공업에서 매우 중요한 의의를 가진다.

메틸알콜을 원료로 하여 초산, 에틸알콜, 비날론, 의약품, 소독약, 수지, 용매 등 많은 유기물질들을 얻을수 있다.

**4) 에틸알콜**

화학식 $CH_3CH_2OH$ 또는 $C_2H_5OH$

**물리성질**

78.3℃에서 끓는 색이 없는 액체이며 물에 잘 용해된다. 여러가지 물질을 용해시킨다.

**화학성질**

① 금속나트리움과 반응한다.

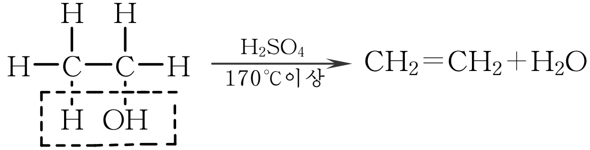
$$2C_2H_5OH + 2Na \rightarrow 2C_2H_5ONa + H_2$$

나트리움에틸라트

② 짙은 류산이 있는데서 열줄 때 에테르 혹은 에틸렌이 생긴다.

$$C_2H_5-OH + H-O-C_2H_5 \xrightarrow[140℃이하]{H_2SO_4} C_2H_5-O-C_2H_5 + H_2O$$

디에틸에테르



③ 연소(산화)

$$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

**만들기**

① 카바이드로부터 만든다.

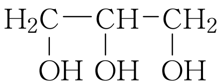
$$CaC_2 \xrightarrow{+H_2O} C_2H_2 \xrightarrow{+H_2O} CH_3CHO \xrightarrow{\text{환원}} CH_3CH_2OH$$

② 낟알이나 과일을 발효시켜 만든다.

**용도**

① 의약품, 농약, 초산을 만드는데 쓰인다.
② 연료로, 용매로 쓰인다.
③ 술, 맥주를 비롯한 음료를 만드는데 쓰인다.

**5) 글리세린**

구조식 

**물리성질**

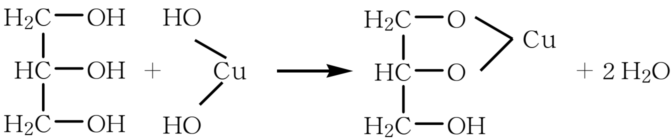
단맛을 가진 걸죽한 액체이다.
습기를 잘 빨아들인다.

**용도**

① 크림, 살결물, 인쇄잉크, 구두약, 고약을 만드는데 들어간다.
② 폭발물을 만드는데 쓰인다.

※ 1가알콜과 다른 점

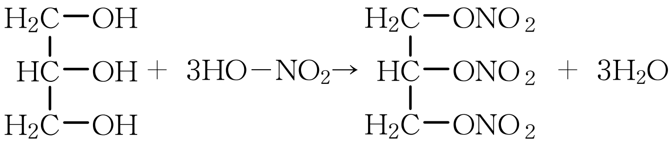
메틸알콜, 에틸알콜은 수산화동과 반응하지 않지만 글리세린은 수산화동과 반응하여 맑고 진한 푸른색용액을 만든다.




동글리세라트

### 6) 다이나마이트란 무엇인가

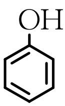
다이나마이트는 니트로글리세린에 규조토를 섞어서 만든 폭약이다. 니트로글리세린은 글리세린에 질은 질산을 작용시켜 만든다.



니트로글리세린

다이나마이트는 스웨리예 화학기사 노벨에 의하여 발명되였다.

### 7) 페놀

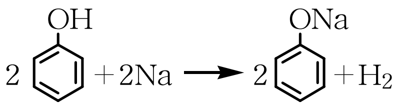
구조식 

**물리성질**

소독약냄새가 나는 색이 없는 결정이며 물에 잘 용해되지 않는다.

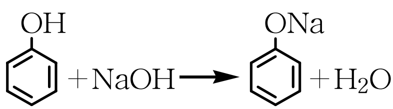
**화학성질**

① 나트리움과 반응한다.



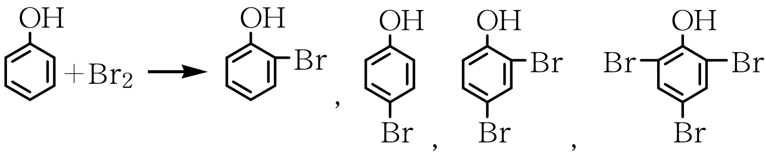
나트리움페놀라트

② 가성소다와 반응한다.



알콜은 가성소다와 반응하지 않지만 페놀은 약한 산성을 띠기때문에 가성소다와 반응한다.

③ 벤졸고리에서의 반응(치환반응)




**용도**

① 합성수지, 농약, 폭발물, 물감을 만드는데 원료로 쓰인다.

② 유기유리를 붙이는데 쓰인다.

**만들기**

페놀은 석탄을 건류하여 만든다. 석탄에서 얻어지는 산이라고 하여 석탄산이라고도 부른다.

**8) 농약**

농약
- 살초제 례: 피씨피, 2, 4－디, 디씨피에이, 사탄
- 살충제 례: 도레본, 메타포스, 클로로포스
- 살균제 례: 포르말린, 찌람
- 성장촉진제 례: $\alpha$－나프틸초산, 인돌릴초산

피씨피는 돌피를 없애는데 쓴다.

2, 4－디는 잡초와 넓은잎식물만 골라 죽이고 벼, 밀, 보리에는 해를 주지 않는다.

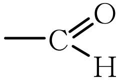
도레본은 물코끼리벌레를 비롯한 벼의 해충을 죽인다.

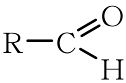
포르말린은 미생물의 단백질을 응고시켜서 죽인다. 알곡의 종자소독에 쓴다.

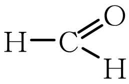
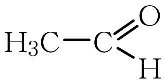
$\alpha$－나프틸초산은 식물이 빨리 자라도록 자극한다.

## 6. 알데히드 및 케톤

### 1) 알데히드란 무엇인가

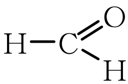
분자안에 알데히드기()를 가지고있는 탄화수소유도체를 **알데히드**라고 부른다.

일반식 

례:  

포름알데히드　　초산알데히드

### 2) 포름알데히드

구조식 

**물리성질**

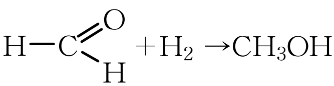
① 코를 찌르는듯 한 냄새가 나는 기체이다.

② 물에 잘 용해된다.

포름알데히드의 35～40% 수용액을 포르말린이라고 부른다.

**화학성질**

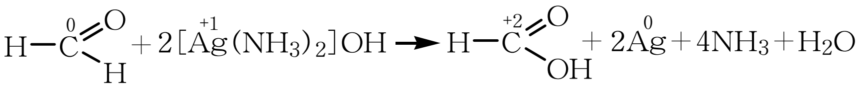
① 부가반응(환원)



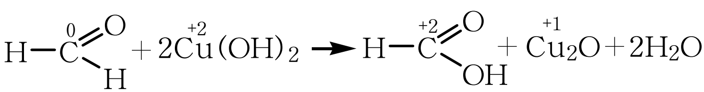
메틸알콜

② 산화반응

은거울반응



수산화동에 의한 산화



**용도**

① 합성수지(페놀수지, 뇨소수지)를 만드는 원료로 쓰인다.

② 비날론생산에서 중요하게 쓰인다.

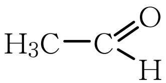
③ 소독약, 가죽이김약, 생물표본 만드는데 쓰인다.

**만들기**

메틸알콜을 산소로 산화하여 만든다.

$$2CH_3OH + O_2 \rightarrow 2CH_2O + 2H_2O$$

### 3) 아세트알데히드

구조식 

**물리성질**

코를 찌르는듯 한 냄새를 내는 색이 없는 휘발성액체이다.(끓음점 20.8℃)

**화학성질**

① 부가반응(환원)



메틸알콜

② 산화반응

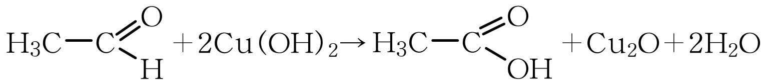
$$2CH_3CHO + O_2 \xrightarrow{\text{촉매}} 2CH_3COOH$$

은거울반응



$4NH_3 + H_2O$

수산화동과의 반응



**용도**

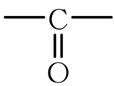
초산, 에틸알콜, 부틸알콜을 생산하는데 쓰인다.

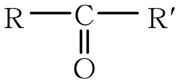
**만들기**

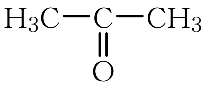
촉매가 있는데서 아세틸렌에 물을 부가하여 만든다.

$$CH\equiv CH + H_2O \xrightarrow{\text{촉매}} CH_3CHO$$

**4) 케톤**

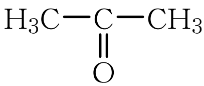
카르보닐기(  )에 두개의 탄화수소기가 결합된 화합물을 **케톤**이라고 부른다.

일반식 

**례:** 

아세톤

**5) 아세톤**

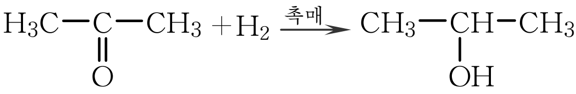
구조식 

**물리성질**

신나냄새를 내는 색이 없는 액체이다. 물에 잘 용해된다. 불붙기 쉽고 여러가지 유기물질을 잘 용해시킨다.

**화학성질**

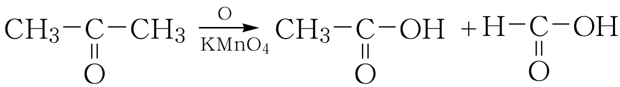
① 수소부가(환원)



아세톤　　　　　　　　　　　이소프로필알콜

② 산화반응

아세톤은 알데히드보다 반응성이 약하다. 수산화동(Ⅱ)이나 산화은에 의하여 산화되지 않는다. 센 산화제에 의해서만 산화되는데 이때 탄소사슬이 끊어진다.

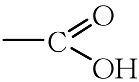


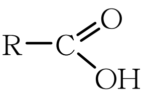
**용도**

유기용매로 쓰인다. 신나를 만드는데 들어간다.

## 7. 카르본산과 에스테르

### 1) 카르본산

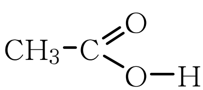
탄화수소의 수소원자가 카르복실기(  )로 갈리운 화합물을 **카르본산**이라고 부른다.

일반식 

**례:** $HCOOH$, $CH_3COOH$

개미산　　　초산

### 2) 초산

구조식  간단히 $CH_3COOH$

**물리성질**

코를 찌르는듯 한 냄새를 내는 색이 없는 액체이다. 물에 잘 용해된다.

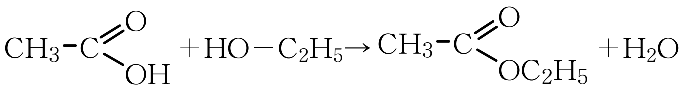
**화학성질**

① 산의 성질

$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$(중화반응)

$2CH_3COOH + Mg \rightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2$(금속과의 반응)

② 에스테르화반응




초산　　　　　　　　초산에틸에스테르

**만들기**

① 알데히드의 산화

$$2CH_3CHO + O_2 \xrightarrow{\text{촉매}} 2CH_3COOH$$

② 발효법

$$\text{탄수화물} \xrightarrow{\text{발효}} \text{에틸알콜} \xrightarrow{\text{발효}} \text{발효식초}$$

③ 탄소하나화학에 의해서도 만든다.

$$CH_3OH + CO \xrightarrow{\text{촉매}} CH_3COOH$$

**용도**

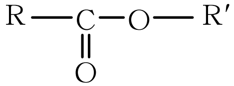
① 초산비닐, 비날론, 농약, 의약품을 만드는데 쓰인다.

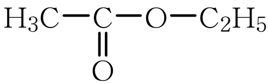
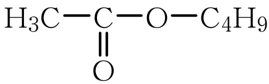
② 초산에틸에스테르(향료, 용매)를 만드는데 쓰인다.

③ 초산의 5~8% 수용액은 식초로 쓰인다.

**3) 에스테르란 무엇인가**

산과 알콜이 반응하여 물이 떨어지면서 생기는 물질을 **에스테르**라고 부른다.

일반식 

**례:**  

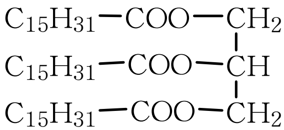
초산에틸에스테르　　　　　초산부틸에스테르

자연계에는 에스테르들이 많다.

사과, 배, 귤, 바나나 같은 과일들에서 향기로운 냄새를 내는 물질은 저급카르본산($C_2 \sim C_4$)과 저급알콜($C_2 \sim C_5$)의 에스테르이다.

랍(밀랍, 고래랍 등)은 고급카르본산($C_{16}$)과 고급알콜($C_{16} \sim C_{30}$)의 에스테르이다.

기름은 고급카르본산과 글리세린의 에스테르이다.

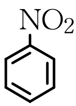
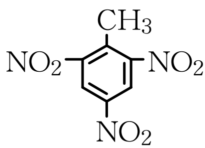


기름(트리팔미틴)

## 8. 니트로화합물과 아민

### 1) 니트로화합물

탄화수소의 수소원자가 니트로기로 갈리운 화합물을 **니트로화합물**이라고 부른다.

**례:** $CH_3NO_2$  

니트로메탄　　　니트로벤졸　　　트리니트로톨루올(트로틸)

### 2) 폭발물

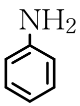
공기가 없는데서도 매우 짧은 순간에 많은 량의 기체와 열을 내면서 분해되는 물질을 **폭발물**이라고 부른다.

폭발물
- 발사약(화약): 탄알, 포탄, 로케트 같은것을 날려보내는데 쓰이는 폭발물
  레: 흑색화약, 무연화약
- 파괴약(폭약)
  - 장약: 폭탄, 포탄, 지뢰 같은것을 터치는데 쓰이는 폭발물
    레: 트로틸, 피크린산
  - 폭파약: 바위 같은 굳은 물질을 마스는데 쓰이는 폭발물
    레: 다이나마이트
- 점화약: 약한 작용에 의해서도 쉽게 폭발하면서 다른 물질에 불을 달아주는 폭발물
  레: 질화연

폭발물에는 이밖에도 연막탄, 조명탄, 신호탄, 축포탄 같은것들이 있다.

### 3) 아민

암모니아의 수소원자가 탄화수소기로 갈리운 암모니아유도체를 **아민**이라고 부른다.

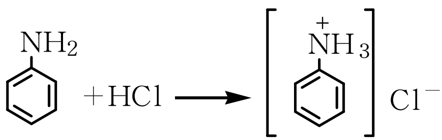
**레:** 

아닐린

**일반성질**

암모니아처럼 염기성을 나타낸다.

산과 반응하여 염을 만든다.



아닐린염산염

**용도**

아닐린은 물감, 의약품을 만드는 원료로 쓰인다.

## 9. 아미노산과 단백질

### 1) 아미노산

분자안에 아미노기($-NH_2$)와 카르복실기($-C{\overset{\displaystyle O}{\diagup\!\!\!\!=}}\!\!\underset{\displaystyle OH}{\diagdown}$)를 다같이 가지고있는 화합물을 **아미노산**이라고 부른다.

$\alpha$－아미노산의 일반식

$$H_2N-\overset{\displaystyle R\\ |}{CH}-COOH$$

**례:** $H_2N-CH_2-COOH$ 아미노초산

**일반성질**

① 산성

$$H_2N-CH_2-COOH+NaOH \rightarrow H_2N-CH_2-COONa+H_2O$$

② 염기성

$$H_2N-CH_2-COOH+HCl \rightarrow \left[H_3\overset{+}{N}-CH_2-COOH\right]Cl^-$$

③ 펩티드를 이루는 반응

$$H_2N-\overset{\displaystyle R\\ |}{CH}-COOH + H-HN-\overset{\displaystyle R\\ |}{CH}-COOH \longrightarrow$$

$$\longrightarrow H_2N-\overset{\displaystyle R\\ |}{CH}-\boxed{CO-NH}-\overset{\displaystyle R\\ |}{CH}-COOH + H_2O$$

펩티드결합

**의의**

아미노산은 사람에게 필요한 영양물질의 하나이다. 간장, 된장에는 많은 아미노산들이 들어있다.

### 2) 단백질

단백질은 많은 α－아미노산들이 펩티드결합으로 결합된 천연고분자화합물이다.

자연계에는 헤아릴수 없이 많은 종류의 단백질이 있지만 그것을 구성하는 아미노산의 종류는 20여가지밖에 안된다. 단백질의 종류가 많은것은 단백질마다 아미노산의 종류와 개수, 결합순서가 서로 다르기때문이다.

**의의**

① 단백질은 생물체를 이루는 기본물질이다.

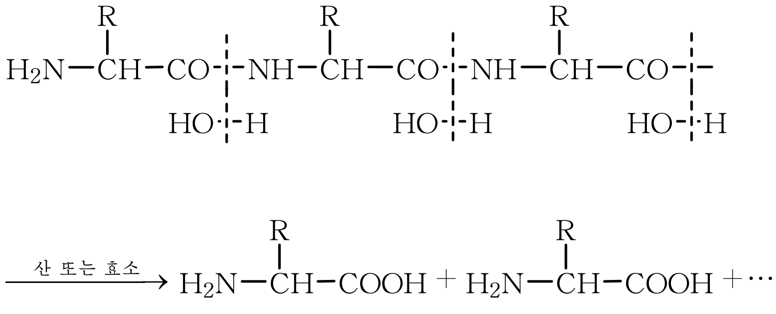
② 단백식료품은 사람에게 중요한 영양원천이다.

③ 비단, 모직천, 구두와 같은 생활필수품을 만드는데 쓰인다.

**성질**

중요한 성질은 산이나 효소에 의해서 물작용분해되는것이다.

이때 α－아미노산들이 생긴다.




이 성질을 리용하여 간장, 된장을 만든다.

## 10. 탄수화물

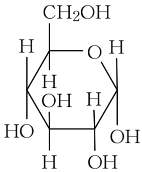
### 1) 포도당과 사탕

사람에게 필요한 탄수화물이며 단맛을 가진다.

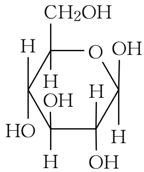
① 포도당

분자식 $C_6H_{12}O_6$

구조식

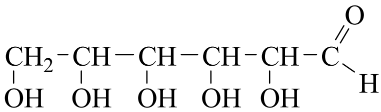


α-포도당



β-포도당

열린사슬구조(용액상태에서)



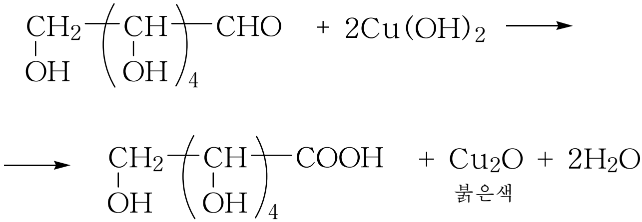
**존재**

포도당은 단맛이 있는 과일, 꿀속에 들어있으며 농마나 섬유소의 구조단위로 되여있다.

**성질**

분자안에 히드록실기와 알데히드기를 다 가지고있으므로 알콜의 성질과 알데히드의 성질을 나타낸다.

**례:** 수산화동(Ⅱ)에 의한 산화반응




포도당은 몸안에서 산화되면서 많은 에네르기를 낸다.

$$C_6H_{12}O_6+6O_2\rightarrow 6CO_2+6H_2O$$

포도당은 효소(지마제)에 의하여 에틸알콜로 발효된다.

$$C_6H_{12}O_6\xrightarrow{\text{효소}}2C_2H_5OH+2CO_2$$

**만들기**

우리 나라에서는 강냉이를 염산이 있는데서 물작용분해시켜 포도당을 만든다.

**용도**

사람이 살아가는데서 중요한 에네르기원천으로 쓰인다.

당과류나 포도당주사약을 만드는데 쓰인다.

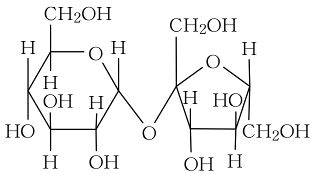
거울을 만들거나 보온병유리에 은을 올릴 때에도 환원제로 쓸수 있다.(은거울반응리용)

② 사탕

분자식 $C_{12}H_{22}O_{11}$

구조식 $C_6H_{11}O_5-O-C_6H_{11}O_5$

또는




사탕은 사탕무우나 사탕수수로부터 얻어낸다.

사탕은 산(염산, 레몬산, 초산)이나 효소(사카라제)가 있는데서 물작용분해되여 포도당과 과당의 혼합물(전화당)을 만든다.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{산 또는 효소}} \underbrace{\underset{\text{포도당}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{과당}}{C_6H_{12}O_6}}_{\text{전화당}}$$

사탕은 사람에게 필요한 에네르기영양원천이다.

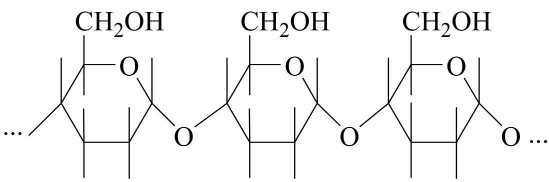
**2) 농마**

**존재**

알곡의 기본성분으로 들어있다.

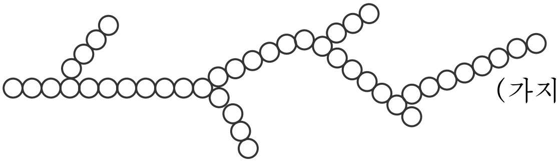
**구조**

수많은 $\alpha$－포도당들이 서로 결합하여 사슬모양으로 이루어졌다.



농마는 사슬모양에 따라 아밀로즈와 아밀로펙틴으로 나눈다.

아밀로즈  (실사슬구조)

아밀로펙틴  (가지사슬구조)

**일반성질**

찬물에 용해되지 않는 흰 가루이다.

뜨거운 물에서는 끈기있는 농마풀로 된다.

농마는 산 또는 효소가 있는데서 포도당으로까지 물작용분해된다.

$$(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_x \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow C_6H_{12}O_6$$

덱스트린 길금당 포도당

(여기서 n>x)

**용도**

① 사람들의 생활에서 없어서는 안될 주식물로 리용된다.

② 포도당 만드는데 쓰인다.

③ 엿 만드는데 쓰인다.

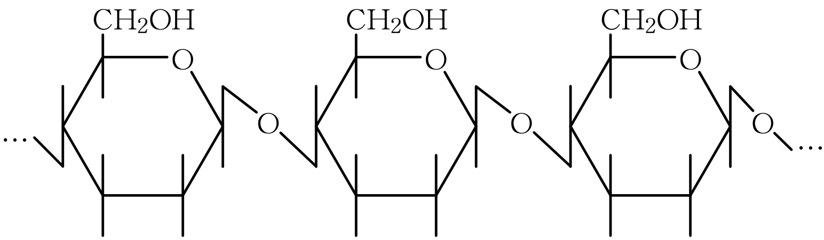
④ 알콜 만드는데 쓰인다.

**3) 섬유소**

화학식 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 또는 $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$

**구조**

$\beta$ −포도당들이 결합하여 실사슬구조를 이룬 고분자화합물이다.



**존재**

식물세포의 기본성분이다.

**성질**

섬유소는 물이나 유기용매에 용해되지 않는 흰색의 고체이다.

산이나 효소에 의하여 물작용분해된다. 이때 포도당이 얻어진다.

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$$

섬유소는 알콜처럼 산과 반응하여 에스테르를 만든다.

$$[C_6H_7O_2(OH)_3]_n + nHNO_3 \rightarrow [C_6H_7O_2(OH)_2ONO_2]_n + nH_2O$$

**용도**

① 비스코스인조섬유를 만드는데 쓰인다.

② 팔프, 종이생산의 원료로 쓰인다.

③ 무연화약, 칠감, 셀룰로이드, 콜로디온막을 만드는데 쓰인다.

**4) 팔프와 종이**

나무와 갈, 강냉이짚 같은데서 순수한 섬유소만 갈라낸것을 **팔프**라고 부른다.

팔프는 나무나 갈을 화학약품[$Ca(HSO_3)_2$ 또는 NaOH]과 함께 삶아서 불순물을 없애는 방법으로 만든다.

팔프는 종이나 인조섬유의 원료로 리용된다.

종이는 팔프를 물에 용해시키고 활석, 수지 같은것을 섞어 얇게 펴서 겉면을 매끈하게 만든것이다.

**5) 비스코스인조섬유만들기**

기본원료는 화학팔프(섬유소)이다.

① 섬유소가 무질서하게 배렬된 팔프에 17～18%의 가성소다용액을 작용시켜 알카리섬유소를 만든다.

② 여기에 $CS_2$을 작용시켜 얻은 섬유소크산토겐산나트리움을 묽은 알카리용액에 용해시키면 끈기있는 비스코스용액이 얻어진다.

③ 이 비스코스용액을 노즐을 거쳐 류산용액속으로 방사하면 섬유소가 질서있게 배렬된 실모양의 인조섬유가 얻어진다.

이 과정을 종합하면

$$\text{팔프(섬유소)} \xrightarrow[\text{가성소다용액}]{17\sim18\%} \text{알카리섬유소} \xrightarrow{CS_2} \text{섬유소크산토겐산나트리움} \xrightarrow{\text{묽은 알카리용액}} \text{비스코스용액} \xrightarrow{\text{방사}} \text{인조섬유(섬유소)}$$

## 11. 합성섬유

### 1) 자연섬유, 인조섬유, 합성섬유

**자연섬유**

목화나 양털, 견, 돌솜과 같이 자연계에서 얻어지는 섬유이다.

**인조섬유**

나무나 갈의 섬유소처럼 자연계에서 얻어지는 천연고분자화합물을 화학적으로 가공하여 만든 섬유이다.

**합성섬유**

석회석과 무연탄, 원유(프로필렌) 같은 저분자물질로부터 고분자물질을 합성하여 만든 섬유이다.

- 섬유
  - 자연섬유 례: 목화, 양털
  - 화학섬유
    - 인조섬유 례: 비스코스인조섬유
    - 합성섬유 례: 비날론, 아닐론, 나이론

### 2) 비날론만들기

비날론은 우리 나라에 무진장한 석회석과 무연탄으로부터 만든다.

$$CaCO_3 \xrightarrow{\text{열}} CaO + CO_2$$

$$CaO + 3C = CaC_2 + CO$$

카바이드

$$CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2\uparrow + Ca(OH)_2$$

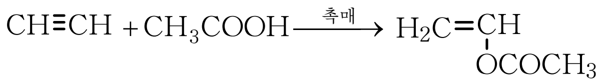
아세틸렌

$$C_2H_2 + H_2O \xrightarrow{\text{촉매}} CH_3CHO$$

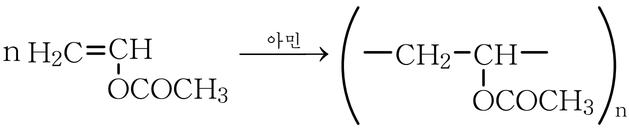
아세트알데히드

$$2CH_3CHO + O_2 \xrightarrow{\text{촉매}} 2CH_3COOH$$

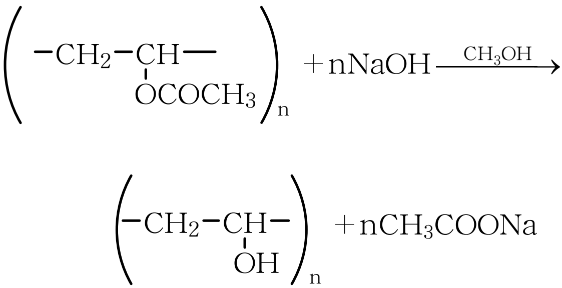
초산




초산비닐




폴리초산비닐

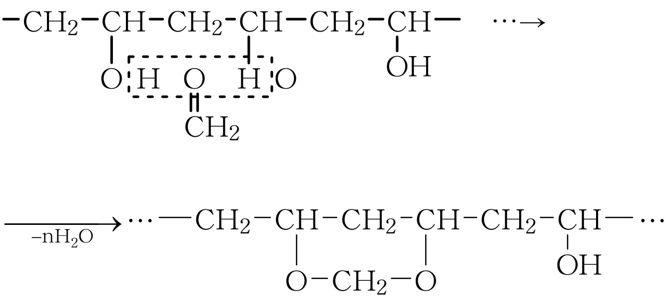


폴리비닐알콜

폴리비닐알콜수용액을 응고액($Na_2SO_4+H_2SO_4$)속에 방사하여 섬유띠를 얻는다.

이것은 뜨거운 물에 용해되므로 섬유로 쓸수 없다.

그러므로 포르말린으로 처리하여 일부 $-OH$기를 없애면 뜨거운 물에도 견디는 섬유가 얻어진다.



비날론

### 3) 비날론을 왜 주체섬유라고 하는가

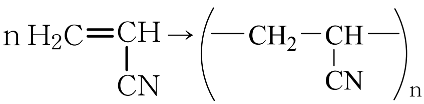
비날론은 우리 나라의 과학자 리승기에 의하여 발명되였다.

경애하는 수령님과 위대한 원수님의 현명한 령도에 의하여 우리의 설계와 기술, 우리 나라 원료에 의하여 우리 로동계급이 생산한 섬유이므로 비날론을 주체섬유라고 부른다.

### 4) 아닐론과 데트론

#### 아닐론

아닐론은 나프사를 열분해할 때 얻어지는 프로필렌을 암모니아와 산소로 산화하여 아크릴로니트릴을 얻고 이것을 중합하여 만든다.

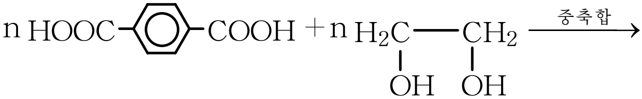


아크릴로니트릴　　　폴리아크릴로니트릴(아닐론)

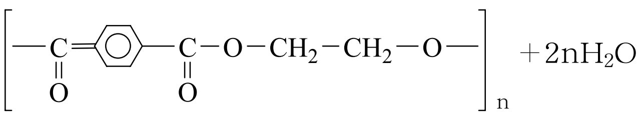
아닐론은 양털처럼 폭신하며 뜨개옷, 목수건, 양복천 같은것을 만드는데 쓰인다.

#### 데트론

데트론은 테레프탈산과 에틸렌글리콜을 중축합하여 만든 데트론수지를 녹임방사하여 만든다.




테레프탈산　　　에틸렌글리콜



데트론수지

데트론은 구김살이 잘 안가고 질기며 열에 잘 견디는 섬유로서 양복천, 외투천, 내의 같은것을 짜거나 고기그물, 다이야심줄 같은것을 만드는데 쓰인다.

## 12. 합성수지

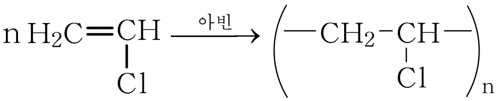
### 1) 합성수지란 무엇인가

저분자물질로부터 화학적방법으로 합성한 송진과 같이 끈기있는 고분자화합물을 **합성수지**라고 부른다.

**례:** 폴리염화비닐, 폴리에틸렌, 뇨소수지, 페놀수지, 유기유리

### 2) 염화비닐수지

염화비닐수지는 아세틸렌에 염화수소를 부가하여 얻은 염화비닐을 아빈이 있는데서 중합하여 얻는다.



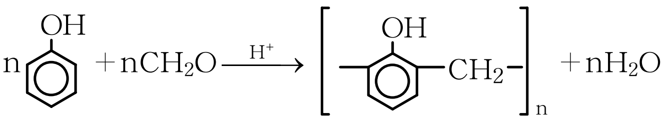

폴리염화비닐

**용도**

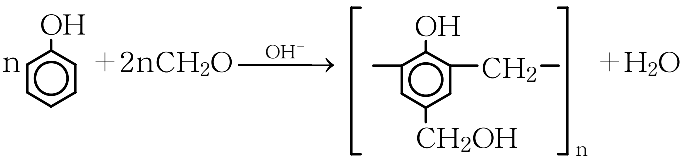
비옷, 신발, 가방 등을 만드는데 쓰인다.

### 3) 페놀수지

페놀수지는 페놀과 포르말린을 중축합하여 만드는데 단량체를 섞는 비률과 촉매(산 또는 염기)에 따라 노볼라크수지와 레졸수지가 얻어진다.




노볼라크수지




레졸수지

레졸수지는 열을 주면 그물구조로 되면서 굳어진다.

**용도**

노볼라크수지는 알콜에 용해시켜서 칠감을 만드는데 쓰인다.

레졸수지(페놀수지)는 기계부속품, 전기기구, 여러가지 일용품을 만드는데 쓰인다.

### 4) 열가소성수지와 열경화성수지

열을 주면 만문해지고 굳어진것에 다시 열을 주면 또 만문해지는 수지를 **열가소성수지**라고 부른다.

**례:** 염화비닐수지, 노볼라크수지

열을 주면 수지가 그물구조로 넘어가며 식어 굳어진것에 다시 열을 주어도 만문해지지 않는 수지를 **열경화성수지**라고 부른다.

**례:** 레졸수지

## 13. 고무

### 1) 천연고무

열대지방에서 자라는 고무나무에 흠집을 내면 젖모양의 진이 나오는데 이것이 **천연고무**이다.

천연고무는 다른 고분자물질과 달리 높은 튐성을 가진다.

$$\text{구조}\quad \left( -CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH-CH_2- \right)_n$$

폴리이소프렌

### 2) 클로로프렌고무

이 고무는 카바이드를 원료로 하여 만들므로 우리 나라에서 전망이 큰 합성고무이다.

$$HC\equiv CH + HC\equiv CH \xrightarrow{\text{촉매}} CH_2=CH-C\equiv CH$$

비닐아세틸렌

$$CH_2{=}CH{-}C{\equiv}CH + HCl \xrightarrow{촉매} CH_2{=}CH{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}{=}CH_2$$

클로로프렌

$$n\,CH_2{=}CH{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}{=}CH_2 \rightarrow \left({-}CH_2{-}CH{=}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}{-}CH_2{-}\right)_n$$

클로로프렌고무

**용도**

다이야, 피대, 화학장치의 부속품과 안붙임감, 바킹, 방수포, 방독면 등을 만드는데 쓰인다.

### 3) 고무의 가류

생고무(천연고무와 합성고무)는 쉽게 닳고 유기용매에 잘 용해되며 열을 주면 만문해진다.

그러므로 생고무그대로는 제품을 만들수 없다.

생고무에 S, MgO, ZnO 등을 넣고 가공하여 고무제품이 질기고 유기용매에 잘 견디게 하는것을 **고무의 가류**라고 부른다.

고무를 가류하면 고무의 실사슬구조가 그물사슬구조로 되면서 튕성도 있고 잘 닳지도 않는다.

## 14. 고분자화합물의 구조와 성질

### 1) 고분자화합물이란 무엇인가

분자량이 10 000이상되는 화합물을 **고분자화합물**이라고 부른다.

**례:** 천연고분자화합물－농마, 섬유소, 단백질, 천연고무
합성고분자화합물－비날론, 염화비닐수지, 클로로프렌고무

### 2) 단량체, 구조단위, 중합도

고분자화합물을 합성하는데 참가한 출발물질을 **단량체**라고 하며 고분자에서 반복되는 간단한 원자단을 **구조단위**라고 부른다.

고분자에서 구조단위의 수를 **중합도**라고 부른다.

**례:** $\left( -CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}- \right)_n$ 폴리염화비닐

단량체 $H_2C=\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}$ 염화비닐

구조단위 $-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-$

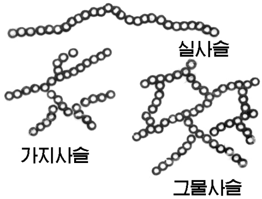
중합도 n

**3) 고분자화합물의 구조와 성질**

**구조**

고분자화합물은 구조단위들이 어떻게 결합되는가에 따라 실사슬구조, 가지사슬구조, 그물사슬구조를 이룬다.

아밀로즈, 섬유소, 염화비닐수지는 실사슬구조를 가지며 아밀로펙틴은 가지사슬구조, 레졸수지, 가류고무는 그물사슬구조로 되여있다.




**성질**

① 용매에 용해되는 속도가 느리다.

② 고분자용액은 끈기있다.

③ 끓음점아래온도에서 분해되므로 증류할수 없다.

④ 고분자화합물은 중합도가 서로 다른 화합물들이 섞여있으므로 녹음점이 일정하지 않다.

## 제9장 복습문제

1) 탄소수가 3인 포화탄화수소, 에틸렌계탄화수소의 구조식을 쓰고 이름불러라.
2) 펜탄의 모든 이성체들의 구조식을 쓰고 이름불러라.
3) 다음의 화학식들가운데서 서로 동족체, 동소체, 이성체로 되는것을 찾아라.
   $O_2$, $CH_4$, $C_6H_6$, $C_2H_6$, $C_3H_6$, $O_3$, $C_3H_4$, $C_6H_5-CH_3$, $C_2H_2$, $C_3H_8$, $C_2H_4$, $C_6H_4(CH_3)_2$, $C_4H_{10}$, $C_5H_{12}$
4) 5mol의 메탄이 불탈 때 20℃, 120kPa에서 몇L의 기체가 생기겠는가?
5) 25℃, 0.1MPa에서 아세틸렌 1mol을 완전히 태우려면 산소 몇L가 필요한가?
6) 85%순도의 카바이드 100kg으로부터 염화비닐을 몇$m^3$(0℃, 0.1MPa) 만들수 있는가?(거둠률 85%)
7) 염화비닐을 1t 만드는데 아세틸렌과 염화수소가 몇$m^3$(0℃, 0.1MPa) 들겠는가?
8) 어떤 포화탄화수소가 완전히 타서 $CO_2$ 2.64g과 $H_2O$ 1.26g이 생겼다면 분자량이 86인 포화탄화수소는 어떤 물질인가?
9) 어떤 포화1가알콜 0.3g을 충분한 량의 나트리움과 반응시킨 결과 수소가 56mL 나왔다.(표준조건)
   이 1가알콜의 분자량과 분자식을 구하고 가능한 이성체들의 구조식을 쓰고 이름불러라.
10) 35% 포름알데히드수용액(포르말린) 5t을 만들려면 메틸알콜이 몇t 필요한가?
11) 옥탄 85%와 헵탄 15%로 이루어진 탄화수소혼합물 600g을 태우는데 필요한 산소와 공기의 체적(표준조건)을 구하여라.
12) 체적으로 수소 60%, 메탄 30%, 일산화탄소 5%, 나머지는 불타지 않는 물질로 된 해탄로가스 1$m^3$를 완전히 태우려면 표준조건에서 산소 몇$m^3$가 있어야 하는가?
13) 에틸알콜과 초산의 물질량비가 1:1인 혼합용액 106g이 있다.
    갈라낸 에틸알콜을 70%용액으로 만들어 소독약으로 쓰려면 물을 얼마나 넣어야 하는가?

갈라낸 초산을 5%용액으로 만들어 식초로 쓰려면 물을 얼마나 넣어야 하는가?

14) 어떤 유기화합물이 탄소 85.6%, 수소 14.4%로 되여있다. 이 화합물은 표준조건에서의 밀도가 1.26g/L였다. 이 화합물의 분자식과 구조식을 쓰고 이름불러라.

15) 아세틸렌 10L(표준조건)를 가지고 벤졸을 합성하고(거둠률 60%) 이때 얻어진 벤졸을 모두 니트로벤졸로 변화시키려고 한다.
70.39%의 질산용액 몇g이 필요한가?

16) 98% 에틸알콜 1t을 만드는데 아세트알데히드 몇t이 필요한가?

17) 다음 물질들을 어떻게 화학적으로 갈라보겠는가?

① 에탄과 에틸렌

② 에틸알콜과 초산

③ 메틸알콜과 글리세린

18) 석회석과 무연탄으로부터 다음 물질들을 합성하는 과정을 화학반응식으로 나타내여라.

㉠ 에틸알콜

㉡ 초산

㉢ 초산에틸에스테르

㉣ 염화비닐

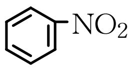
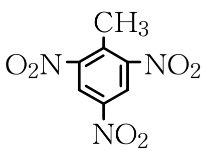
19) 석회석과 무연탄으로부터 다음 물질들을 합성하는 과정을 화학반응식으로 쓰라.

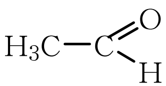
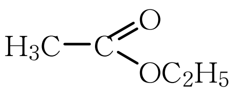
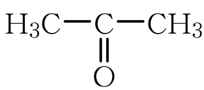
㉠ 비날론

㉡ 염화비닐수지

㉢ 클로로프렌고무

20) 다음 물질들의 이름을 불러라.

$C_3H_6$, $C_4H_{10}$, $C_4H_6$,  , 

$C_3H_7OH$,  ,  , 

# 장 복습문제의 답

## 제1장 복습문제

4) ① $n$=0.25mol, $m$=7.97g
② $n$≈4mol, $m$=223.5g
③ $n$≈6mol, $m_{Na^+}$=137.9g, $m_{Cl^-}$=212.6g

5) $N$=1.5×$10^{23}$개, $V$=5.6L, $m_{H_2}$=0.5g, $m_{O_2}$=8g, $m_{N_2}$=7g, $m_{CO_2}$=11g

6) ① $n_{H_2O}$=0.56mol, $n_{CO_2}$=0.23mol, $n_{NaOH}$=0.25mol, $n_{H_2SO_4}$=0.102mol, $n_{Cu}$=0.16mol
② $H_2O$분자 3.37×$10^{23}$개
$CO_2$분자 1.39×$10^{23}$개, $Na^+$와 $OH^-$이온 1.5×$10^{23}$개씩, $H^+$ 1.228×$10^{23}$개, $SO_4^{2-}$ 0.614×$10^{23}$개, Cu원자 0.96×$10^{23}$개

7) ① $m_{O_2}$=5.3×$10^{-23}$g, $m_{Cl_2}$=11.8×$10^{23}$g, $m_C$=1.99×$10^{-23}$g, $m_{Fe}$=9.27×$10^{-23}$g

8) 175kg

9) 15.4t

10) 약 745mL, $V_{CO_2}$=7.83L

11) $K_2SO_4$ 17.6g, $Na_2SO_4$ 6.9g

12) ① $\frac{24s}{m-s}$ ② 1.4(m−s)L ③ 1.4(m−s)L

## 제3장 복습문제

10) 적혈염 17.0%, 황혈염 15.2%

## 제4장 복습문제

2) 250mL/(100mL·물), 0.111 6mol/L, 0.786%

5) 358 974.35L

6) 191.07kg, 235.71kg, 142.86kg

8) 84.65mL, 0.33g  9) 5.07%

## 제5장 복습문제

1) 15g, 485g　3) 54.95%　4) 412.2g　5) 22.31g　6) 334.5g 7) 18.4mol/L　8) 3.38　9) 13.32g　13) 분자농도 0.199 8mol/L, 두 이온농도는 각각 0.000 2mol/L,　16) $C_{Pb^{2+}}$ ＝0.032 5mol/L,　$C_{NO_3^-}$ ＝0.065mol/L　17) 0.178 2mol/L 18) pH＝13

## 제6장 복습문제

13) A－HCl, B－$AgNO_3$, C－$BaCl_2$,　14) 44.8L　15) 40% 16) 371.7g　17) 20.9mL　18) 107g　19) 72.73g　20) 20g, 16.35g

## 제7장 복습문제

2) 500mL　10) $8.75\times10^3$kJ, 265.2g　11) 729.2kg, $2.8\times10^5$L 12) $8.3\times10^{-4}$mol/(L・s)　14) 224m$^3$, 1t　15) 1 135.5t 21) 결정수화물 89.92g, 물 710.08g　22) 83.2%　23) 류산 4.9g, 가성소다 2.8g

## 제8장 복습문제

7) 8.64g　8) 600m$^3$, 97.5t　9) 7g　10) ZnO 8.1g, Zn 2.6g

## 제9장 복습문제

4) 약 403L　5) 61.1L　6) 25.3m$^3$　7) 각각 358.4m$^3$　10) 1.87t 11) 1 474.4L, 7 020.9L　12) 0.925m$^3$　13) 19.7g, 1 140g 15) 7.99g　16) 0.937t

# 전국대학입학시험문제

## 1980년

(제1안)

1. 공유결합이란 무엇인가를 례를 들어 설명하여라.
2. 다음 물질들가운데서 X물질과 반응할수 있는 물질들을 지적하고 그것을 화학방정식으로 쓰라. X는 이산화탄소이다.
   ㄱ) 수산화칼시움　ㄴ) 염산　ㄷ) 동
3. 묽은 염산에 아연 130.8g을 작용시켰다. 표준조건에서 수소 몇mL가 생기겠는가?
4. 두개의 시험관에 짙은 류산과 짙은 염산이 제가끔 들어있다. 물질들이 어느 시험관에 들어있는가를 그것들이 가지고있는 서로 다른 성질 3가지로 확인하여라.

(제2안)

1. 이온결합이란 무엇인가를 례를 들어 설명하여라.
2. 다음 물질들가운데서 X물질과 반응할수 있는 물질들을 지적하고 그것을 화학방정식으로 쓰라. X는 염화마그네시움이다.
   ㄱ) 류산나트리움　ㄴ) 탄산가스　ㄷ) 류산
3. 표준조건에서 일산화탄소를 산화시킬 때 67.2L의 이산화탄소가 생겼다면 이때 CO가 몇mol 들어있겠는가?
4. 세개의 봉지에 탄산수소나트리움, 염화칼리움, 수산화칼리움가루가 제가끔 들어있다. 그 물질들이 어느 봉지에 들어있는가를 어떻게 알수 있는가?

## 1981년

(제1안)

1. 전기분해의 원리를 설명하여라.
2. 다음의 개념과 구조식을 쓰라.
   ㄱ) 에스테르화반응이란?
   ㄴ) 아세틸렌의 구조식
3. 다음 물질들가운데서 서로 반응할수 있는것들의 방정식을 쓰라.

NaOH, Zn, CO, HCl

**4.** 0.1% 가성소다용액 20mL에는 수산화나트리움이 몇mol 들어있는가?(원자량 Na-23, O-16, H-1)

**(제2안)**

**1.** 동-아연전지에서 화학반응이 일어날 때 전류가 생기는 원리를 설명하여라.

**2.** 다음의 개념과 구조식을 쓰라.

ㄱ) 비누화반응이란?

ㄴ) 벤졸의 구조식

**3.** 다음 물질들가운데서 반응할수 있는것들의 방정식을 쓰라.

$HCl$, $CO_2$, $CaCO_3$, $Ca(OH)_2$

**4.** 수산화나트리움 10g을 물에 용해시켜서 250mL를 만들었다면 그 용액의 몰농도는 얼마인가?(원자량 Na-23, O-16, H-1)

## 1982년

**(제1안)**

**1.** 산화환원반응이란 무엇이며 산화환원반응의 실례를 들어 전자를 내주는 과정, 산화수의 변화과정을 설명하고 산화제와 환원제를 밝히여라.

**2.** 불포화탄화수소란, 에틸렌계탄화수소와 아세틸렌계탄화수소의 일반식을 쓰고 실례를 각각 5개이상 들고 이름을 부르라.

**3.** 50%의 질산을 암모니아로 중화시켜 질안을 만든다. 질안 2t을 만드는데 50%의 질산이 얼마나 요구되며 이때 얻어지는 용액의 %농도는 얼마인가?

**4.** 원자가란, 원자가에 의하여 분자식(화학식)을 꾸미는 방법을 설명하여라.

**(제2안)**

**1.** 화학전지란 무엇이며 동-아연전지에서 산화환원반응이 일어나면서 전류가 흐르는 원리를 설명하여라.

**2.** 포화탄화수소란, 포화탄화수소의 일반식을 쓰고 그것의 성질을 설명하여라.

3. 질산칼시움을 만들기 위하여 석회석 2t에 묽은 질산을 작용시켰다. 이때 반응의 거둠률이 90%이다. 질산칼시움이 얼마나 생기겠는가?
4. 물질량이란 무엇인가?

## 1983년

(제1안)

1. 화학반응속도란, 화학반응속도방정식을 쓰고 화학반응속도와 농도사이의 관계식을 설명하여라.
2. 물질량과 몰질량의 개념에 기초하여 원자량, 분자량으로부터 원소의 몰질량과 분자(단순물과 화합물)의 몰질량을 어떻게 결정하는가?
3. 가성소다 4g을 물에 용해시켜 1L를 만들었다. 이 용액 25mL를 중화하는데 50mL의 류산용액을 썼다. 반응식을 작성하고 류산용액의 규정농도를 구하여라.(원자량 Na－23, O－16, H－1)
4. 다음 물음에 간단히 대답하여라.
   ㄱ) 전자구름이란?
   ㄴ) 초산알데히드의 분자식과 구조식

(제2안)

1. 가역반응의 실례를 들어 화학평형공식을 이끌어내고 평형법칙을 설명하여라.
2. 몰체적이란 무엇이며 몰체적과 분자량, 밀도사이의 관계를 설명하여라.
3. 실험실에서는 탄산가스를 만들기 위하여 주성분이 탄산칼시움인 대리석이나 석회석에 염산을 작용시킨다. 표준조건에서 탄산가스 100L를 만들기 위하여 품위가 98%인 대리석이 몇g 있어야 하는가?
4. 다음 물음에 간단히 대답하여라.
   ㄱ) 에네르기수준이란?
   ㄴ) 에틸알콜의 분자식과 구조식

## 1984년

**(제1안)**

**1.** 불포화탄화수소란, 에틸렌의 물리화학적성질에 대하여

**2.** Na는 Ca보다 활성이 더 세겠는가 약하겠는가? 그 리유를 설명하여라.

**3.** 다음 물음에 간단히 쓰라.

ㄱ) 탄소단위

ㄴ) $Na_2SO_4$에서 류황의 산화수

**4.** 40% NaOH용액 250g에 물을 부어 1L를 만들었다. 이 용액의 몰농도를 구하여라.(원자량 Na－23, O－16, H－1)

**(제2안)**

**1.** 포화탄화수소란, 그의 일반식과 성질에 대하여

**2.** 염소와 브롬중에서 어느것이 활성이 더 센가? 그 리유를 설명하여라.

**3.** 다음 물음에 간단히 쓰라.

ㄱ) 원자가란?

ㄴ) $KClO_3$에서 Cl의 산화수

**4.** 0.1mol/L 소금용액 500mL를 만들려면 소금이 몇g 있어야 하는가?

## 1985년(제1차)

**(제1안)**

**1.** 화학전지란, 동－아연전지에서 산화환원반응이 일어나면서 전류가 흐르는 원리를 설명하여라.

**2.** 물의 해리상수, 물의 이온적에 대하여

**3.** 염소산칼리움 $KClO_3$을 분해시켜 산소를 얻는다. $KClO_3$ 62.5g을 분해시키면 20℃, 0.1MPa에서 산소 몇L가 생기는가?(원자량 K－39, Cl－35.5, O－16)

**4.** 다음 물음에 간단히 대답하여라.

ㄱ) 동위체란?

ㄴ) 에스테르화반응이란?

**(제2안)**

**1.** 축전지란, 연축전지에서 산화환원반응이 일어나면서 전류가 흐르는 원리를 설명하여라.

**2.** 페하란 무엇이며 산성, 중성, 염기성용액이란 어떤 용액이며 페하는 각각 어떤 값을 가지는가?

**3.** 48L(20℃, 0.1MPa)의 수소를 만들려면 염산에 아연을 몇g 반응시켜야 하겠는가?(원자량 Zn－65.4)

**4.** 다음의 물음에 간단히 대답하여라.

ㄱ) 전기음성도란?

ㄴ) 은거울반응이란?

## 1985년(제2차)

**(제1안)**

**1.** 화학평형에 미치는 압력의 영향에 대하여

**2.** 다음 변화를 화학방정식으로 나타내여라.

$$CaCO_3 \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \begin{cases} \nearrow CaCl_2 \\ \searrow CaCO_3 \end{cases}$$

**3.** $MgCO_3$이 90% 들어있는 마그네사이트를 구울 때 마그네사이트 1t에서 마그네샤크링카(MgO)를 얼마나 얻을수 있겠는가? 마그네사이트에 섞여있는 물질(10%)은 그대로 마그네샤크링카에 넘어간다고 보고 계산하여라.(원자량 Mg－24.3, C－12, O－16)

**4.** 다음 물음에 간단히 대답하여라.

ㄱ) 알콜이란, 그의 일반식과 실례 2가지

ㄴ) 린비료의 효능과 그것의 실례

**(제2안)**

**1.** 평형이동의 원리와 화학평형에 미치는 온도의 영향에 대하여

**2.** 다음 변화를 화학방정식으로 나타내여라.

$$Ba \rightarrow BaO \rightarrow Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3$$

$$BaO \downarrow BaCl_2$$

**3.** 소금 NaCl과 류산칼리움 $K_2SO_4$의 혼합물 0.3g에 질산은 $AgNO_3$을 작용시켰을 때 0.7g의 흰 침전물이 생겼다. 이 혼합물에서 소금의 %함량을 구하여라.(원자량 Ag－107.8, Cl－35.5, Na－23, N－14)

**4.** 다음 물음에 간단히 대답하여라.

ㄱ) 알데히드란, 그것의 일반식, 실례 2가지

ㄴ) 질소비료의 효능과 그것의 실례 2가지

## 1986년(제1차)

### (제1안)

**1.** 포화탄화수소의 일반적성질과 용도에 대하여 설명하여라.

**2.** 산화환원방정식의 꾸미기를 리용하여 반응 $HNO_2 \rightarrow HNO_3 + NO + H_2O$의 결수를 맞추라. 그리고 산화제와 환원제를 밝혀라.

**3.** 93.5%의 류산용액을 얻기 위하여 류산무수물 240g을 용해시키는데 필요한 50% 류산용액의 량을 구하여라.(원자량 H－1, S－32, O－16)

**4.** 이산화류황을 산소로 산화시켜 만든 류산무수물의 평형농도가 어떤 온도에서 0.03mol/L이다. 이산화류황과 산소의 출발농도가 각각 0.07, 0.06mol/L일 때 반응의 평형상수를 구하여라.

**5.** 다음 물음에 간단히 대답하여라.

ㄱ) 산용액에서 아연과 철은 어느것이 빨리 삭겠는가?

ㄴ) 금속들가운데서 활성이 가장 큰것은 어떤것이며 그 까닭은 무엇인가?

### (제2안)

**1.** 아세틸렌의 구조, 성질 및 용도에 대하여 설명하여라.

**2.** 산화환원방정식의 꾸미기를 리용하여 반응 $Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$의 결수를 맞추어라. 그리고 산화제와 환원제를 밝혀라.

**3.** 40%의 가성소다용액을 얻기 위하여 가성소다 240g을 포함하는 용액 1 014g에 용해시켜야 할 산화나트리움의 량을 구하여라.

**4.** 염소분자의 출발농도는 0.04mol/L이다. 염소분자의 50%가 원자로 갈라졌다. 이 과정의 평형상수를 계산하여라.

**5.** 다음 물음에 간단히 대답하여라.

ㄱ) 전지에서는 어느 극에서 산화반응이 일어나고 어느 극에서 환원반응이 일어나는가?

ㄴ) 비금속들가운데서 활성이 가장 큰것은 어느것이며 그 까닭은 무엇인가?

## 1986년(제2차)

### (제1안)

**1.** 온도가 올라갈 때 반응속도는 어떻게 변하는가, 온도가 올라갈 때 반응속도가 빨라지는 리유를 말하여라.

**2.** 다음의 반응들에서 산화와 환원과정을 찾고 매 반응에서 류황의 산화수변화와 류황원자 하나가 받는 전자개수를 밝히여라.

ㄱ) $C+2H_2SO_4=CO_2+2SO_2+2H_2O$

ㄴ) $3Zn+4H_2SO_4=3ZnSO_4+S+4H_2O$

**3.** 20%의 가성소다용액 200g을 물에 용해시켜 250mL의 용액을 만들었다. 이 용액의 몰농도를 구하여라.

**4.** 다음 물음에 대답하여라.

ㄱ) 비날론구조식

ㄴ) 몰질량이란?

### (제2안)

**1.** 촉매란, 그것이 반응속도를 변화시키는것은 무엇때문인가?

**2.** 다음의 반응들에서 산화와 환원과정을 찾고 매 반응에서 망간과 류황의 산화수변화와 망간(류황)원자 하나가 받는 전자개수를 밝히여라.

ㄱ) $4HCl+MnO_2=MnCl_2+2H_2O+Cl_2$

ㄴ) $SO_2+2H_2S=3S+2H_2O$

**3.** 밀도가 1.142g/cm$^3$인 28% 염산용액 100mL를 가지고 750mL의 용액을 만들었다. 이 용액의 몰농도를 구하여라.

**4.** 다음 물음에 대답하여라.

ㄱ) 폴리염화비닐구조식

ㄴ) 몰체적이란?

## 1987년(제1차)

### (제1안)

**1.** 류화제1철(FeS)에 밀도가 1.19g/cm$^3$인 염산(37%) 2L를 부어넣을 때 몇L의 류화수소가 생기겠는가? 표준조건(0℃, $1\times10^5$Pa)에서의 체적을 구하여라.

**2.** 0.1mol/L 초산($CH_3COOH$)용액에서 해리도 $\alpha$ =1.3%이다. 산의 해리상수를 구하여라.

**3.** 반응 $N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$이 평형상태에 있을 때 암모니아의 농도를 크게 하면 평형이 어떤 상태로 옮겨지는가? 왜 그런가?

**4.** 다음의 물음에 간단히 대답하여라.

ㄱ) O, F의 전자배치를 나타내고 이것들이 음이온으로 될 때 어느 드문기체와 같은 전자배치를 가지는가를 설명하여라.(O와 F의 원자번호는 각각 8, 9이고 주기표의 2주기에 놓여있다.)

ㄴ) 할로겐원소들의 성질에서 같은 점과 다른 점은 무엇인가?

**5.** 벤졸의 구조, 성질, 용도에 대하여

### (제2안)

**1.** 염소와 수소를 화합시켜 염화수소를 만들어 이것을 완전히 물에 흡수시켜서 10% 염산 10L(밀도 1.05g/cm$^3$)를 얻으려고 한다. 이에 필요한 염소 및 수소의 체적은 표준조건(0℃, $1\times10^5$Pa)에서 얼마인가?

**2.** 어떤 온도에서 0.5mol/L $Al_2(SO_4)_3$용액의 $Al_2(SO_4)_3$의 해리도는 0.45이다. 이 용액에서 $Al^{3+}$, $SO_4^{2-}$, 해리되지 않은 $Al_2(SO_4)_3$의 농도는 각각 얼마이며 해리상수는 얼마인가?

**3.** 반응 $CO+2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH$에서 메타놀 $CH_3OH$가 더 많이 생기게 하자면 압력을 어떻게 변화시켜야 하는가?

**4.** 다음 물음에 간단히 대답하여라.

Na, Mg의 전자배치를 나타내고 이것들이 양이온으로 될 때 어느 드문기체와 같은 전자배치를 가지는가를 설명하여라.(Na와 Mg의 원자번호는 각각 11, 12이고 주기표의 3주기에 놓여있다.)

**5.** 에틸렌의 구조, 성질, 용도에 대하여

## 1987년(제2차)

**1.** 약전해질의 해리에 대하여

**2.** 1L들이 그릇에서 0.05mol씩의 요드증기와 수소를 반응시켜 0.06mol의 요드화수소가 생겼을 때 평형에 이르렀다. 이때의 평형상수를 구하여라.

**3.** 다음의 변화를 화학방정식으로 나타내여라.

$$Fe_2O_3 \rightarrow Fe \rightarrow FeCl_2 \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow Fe(OH)_3$$

**4.** 다음의 물음에 간단히 대답하여라.

ㄱ) 활성화에네르기란?

ㄴ) 에스테르란, 그것의 일반식

ㄷ) 전기분해법칙이란?

ㄹ) 빛화학반응과 촉매작용은 어떤 점에서 다른가?

## 1987년

### 현직 및 제대군인

### (제1안)

**1.** 다음의 화학원소와 화합물들의 원소기호, 화학식 또는 이름을 쓰라.

1) 류황　2) 연　3) 나트리움　4) 동

5) 수은　6) 산화마그네시움　7) 염산

8) KOH　9) ZnO　10) $CaCO_3$

**2.** 류산동 $CuSO_4$속에는 동이 몇% 들어있는가?(원자량 Cu－64, S－32, C－12)

**3.** 8g의 류황을 태우면 이산화류황 $SO_2$이 몇g 생기겠는가?

**4.** 다음의 물음에 간단히 대답하여라.

1) 산이 다같은 성질을 가지는것은 무엇때문인가?

2) 나트리움과 칼리움의 활성은 다르다. 이 원소들의 원자의 전자배치에서 다른 점은 무엇인가?(Na와 K의 원자번호는 각각 11, 19이다.)

**5.** 멘델레에브원소주기법칙에 대하여 설명하여라.

**6.** 2mol/L 류산용액 150mL와 4mol/L 류산용액 350mL를 섞을 때 생기는 용액의 몰농도를 구하여라.

**7.** 다음의 변화를 화학방정식으로 표시하여라.

$$\begin{array}{l} Ba \rightarrow BaO \rightarrow Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3 \\ \qquad\qquad \downarrow \\ \qquad\quad BaCl_2 \end{array}$$

**(제2안)**

**1.** 다음의 화학원소와 화합물들의 원소기호, 화학식 또는 이름을 써라.

1) 질소　　2) 아연　　　3) 칼리움　　4) 철

5) 은　　　6) 산화칼시움　　　7) 류산

8) NaOH　　　9) CuO　　　10) $Na_2CO_3$

**2.** 탄산마그네시움 $MgCO_3$에는 탄소가 몇% 들어있는가?(원자량 Mg－24, C－12, O－16)

**3.** 7.1g의 오산화린 $P_2O_5$을 얻으려면 린 몇g을 태워야 하는가? 그것은 몇mol인가?(원자량 P－31, O－16)

**4.** 다음의 물음에 간단히 대답하여라.

ㄱ) 염기가 다같은 성질을 가지는것은 무엇때문인가?

ㄴ) 불소와 염소의 활성은 서로 다르다. 이 원소들의 원자의 전자배치에서 다른 점은 무엇인가?(F와 Cl의 원자번호는 각각 9, 17이다.)

**5.** 멘델레예브원소주기표에 대하여

**6.** NaOH 60g을 물에 용해시켜 그 체적이 750mL 될 때까지 물을 부어넣었다. 용액의 몰농도는 얼마인가?(원자량 Na－23, O－16, H－1)

**7.** 다음의 변화를 화학방정식으로 나타내여라.

$Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow CuO \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu$

※ 1-5번까지는 예과, 3-7번까지는 본과

## 1988년

### 중학교 및 1중학교

1. 공유결합이란, $H_2$, $Cl_2$, $H_2O$, $CO_2$에서의 화학결합을 실례로 하여 공유결합이 일어나는 과정을 설명하여라.
2. 다음과 같은 변화과정을 화학방정식으로 나타내여라.
   ① $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$
   ② $C \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow Na_2CO_3$
3. 아세틸렌의 구조와 성질, 용도에 대하여 써라.
4. 가성소다 4g을 물에 용해시켜 1L 되게 만들었다. 이 용액 25mL를 중화하는데 50mL의 류산용액을 썼다. 류산용액의 몰농도는 얼마인가?
5. 원소주기표에서 성질이 주기적으로 되풀이되는것을 전자배치와 결부하여 설명하여라.
6. 아미노산이란 무엇인가? 그것의 일반식을 쓰고 일반적인 화학성질을 설명하여라.
7. 다음의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.
   ㄱ) 암모니아와 염산, 질산, 류산과의 반응
   ㄴ) 공기, 물, 석탄을 써서 질산암모니움을 만드는 반응
8. 촉매란 무엇인가? 촉매가 화학반응속도를 변화시키는것은 무엇때문인가?

※ 중학교졸업생 1-5번, 1중학교졸업생 4-8번

### 현직 및 제대군인

1. 다음의 물음에 대답하여라.
   1) 다음 화학원소와 화합물의 원소기호와 화학식을 쓰라.
      ① 염소 ② 망간 ③ 연 ④ 질산 ⑤ 수산화나트리움
   2) 원소기호와 화학식으로 표시된 화학원소와 화합물의 이름을 쓰라.
      ① Si ② Ag ③ $Al_2O_3$ ④ $MgCO_3$ ⑤ $FeSO_4$
2. 탄산칼시움 $CaCO_3$과 탄산나트리움 $Na_2CO_3$에 들어있는 탄소의 비률(%)은 어느것이 얼마나 더 많은가?(원자량 Ca－40, C－12, O－16, Na－23)

**3.** 0℃, 표준대기압에서 32.7g의 아연에 염산을 작용시키면 수소 몇 L를 얻을수 있는가?(원자량 Zn－65.4, H－1, Cl－35.5)

**4.** 리티움 Li, 나트리움 Na, 칼리움 K의 화학성질을 이 원소의 원자들의 전자배치로 설명하여라.(원자번호 Li－3, Na－11, K－19)

**5.** 염기란 무엇인가? 실례 4가지를 화학식으로 표시하고 설명하여라.

**6.** 다음의 물음에 대답하여라.

1) 화학식으로 표시된 화합물의 이름과 화학식을 쓰라.

① $C_2H_2$ ② $NH_3 \cdot H_2O$ ③ $C_2H_5OH$ ④ 질산은 ⑤ 벤졸

2) 다음 변화를 화학방정식으로 표시하여라.

$CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow Na_2CO_3$

※ 현직 및 제대군인예비과 1－5번, 본과 2－6번

## 1989년

### 중학교

**1.** 2주기안에서 원자번호가 늘어남에 따라 원소들의 성질이 어떻게 변화되는가를 전자배치와 련관시켜 설명하여라.

**2.** 0.05mol/L $H_2SO_4$용액과 0.1mol/L NaOH용액을 각각 50mL씩 섞는 경우, 0.1mol/L $H_2SO_4$용액과 0.1mol/L NaOH용액을 각각 30mL씩 섞는 경우 그리고 0.1mol/L $CH_3COOH$용액과 0.1mol/L NaOH용액을 각각 10mL씩 섞는 경우에 pH값이 7인 경우, 최대인 경우, 최소인 경우는 각각 어느것인가? 리유를 설명하여라.

**3.** 염소와 수소를 반응시켜 염화수소를 얻고 그것을 물에 용해시켜 밀도가 1.18g/$cm^3$인 36.5% 염산 17L를 얻었다. 반응에 참가한 염소와 수소는 5℃, 표준대기압에서 각각 몇$m^3$이겠는가?

**4.** 탄소수 1부터 5까지의 메탄동족체들의 있을수 있는 구조식을 다 쓰고 이름을 불러라.

**5.** 질소비료 4가지, 린비료 1가지, 카리비료 1가지, 규소비료 1가지, 미량원소비료 3가지를 지적하고 그 화학식을 쓰라.

## 1중학교

**1.** 다음의 문제들을 풀어라.

1) 0℃, 표준대기압에서 물 200mL에 류화수소 874$m^3$가 용해된다. 이 용액의 %농도와 몰농도, 물에 대한 염화수소의 용해도를 구하여라.

2) 반응 $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$가 진행되였다.
정반응과 역반응의 활성화에네르기는 각각 246.67kJ/mol, 63.17kJ/mol이다. 이 반응의 열화학방정식을 쓰라.

3) $CaCl_2$과 $Na_2SO_4$의 두 용액을 섞는다. 여기서 $[Cl^-]=0.01mol/L$, $[Na^+]=0.008mol/L$이다. 섞은 후에 침전물이 생기겠는가? $SP_{CaSO_4}=0.1\times10^{-6}$이다.

4) 900K의 반응그릇에 CO 3mol, $H_2O$ 20mol, $CO_2$ 4mol, $H_2$ 9mol을 넣었다. 평형이 이루어지겠는가? 아니면 어느 한쪽으로 반응이 계속되겠는가? $K_P=3$이다.

5) 금속 M 4.5g에 묽은 염산을 작용시켜 $MCl_3$형태의 염화물과 5.6L의 수소를 얻었다.(표준조건) 그런데 금속 M원자의 핵속에는 14개의 중성자가 있다. 어느 족에 있는 어떤 원소인지 말하여라.

**2.** 주기표 7족원소들의 성질이 원자번호가 커지는데 따라 변하는것을 5개이상 실례를 들면서 설명하여라.

**3.** 자리안잡은$\pi$결합에 대하여 벤졸과 부타디엔을 실례를 들면서 설명하여라.

**4.** 암모니아의 만들기에 대하여 원리적으로 설명하여라.

**5.** 석회석으로부터 비날론이 나오는 공정을 화학반응식으로 쓰라.

## 현직 및 제대군인

**1.** 다음 말마디들을 련결시켜 정확한 화학적의미를 가지는 문장을 만들어라.

1) 10℃씩 빨라진다. 2～4배로 올릴 때마다 반응속도는 온도를

2) 내보내는 발열반응이라고 받아들이는 열을 반응을 하며 반응은 열을 한다. 흡열반응이라고

**2.** 빈 자리에 적당한 글을 써넣어라.

1) □은 칼로 쉽게 자를만큼 만문한 금속이고 □은 코를 찌르는 듯한 냄새를 가진 누런풀색의 기체이며 □은 색도, 냄새도, 맛도 없는 기체이다. □는 역시 코를 찌르는듯 한 냄새를 가진 색없는 가벼운 기체이며 □는 닭알썩은 냄새가 나는 색없는 기체이고 □은 액체금속이다.

2) □과 □사이의 전기적끌힘으로 이루어지는 결합을 이온결합이라고 하며 원자들이 □을 함께 가지면서 이루는 결합을 공유결합이라고 부른다.

**3.** 다음 문장들가운데서 화학적의미가 옳은것과 옳지 않은것을 가르고 옳지 않은 문장아래에 바로 잡은 문장을 써넣어라.

1) 처음의 물질과는 전혀 다른 새로운 물질이 생기는 변화를 물리변화라고 부른다.

2) 분자란 그 물질의 성질을 그대로 가지고있는 물질의 가장 작은 알갱이이다.

3) 용액 1L에 용해되여있는 산이나 염기의 물질량으로 나타낸 농도를 몰농도라고 부른다.

4) 이성현상을 나타내는 화합물을 동소체라고 한다.

5) 기체의 용해도는 압력을 높이면 작아지고 압력을 낮추면 커진다.

**4.** 물음에 대답하여라.

1) 카바이드덩어리를 어떻게 보관하여야 하는가?

2) 유리칼로 쓰는 금강석에 열을 세게 주면서 공기를 접촉시키면 어떻게 되겠는가?

3) 가성소다덩어리를 공기속에 놓아두면 푸슬푸슬한 흰 더뎅이가 생긴다. 왜 그런가?

**5.** 마그네사이트 4.2g을 분해하여 산화마그네시움 1.89g을 얻었다. 마그네사이트에 탄산마그네시움이 몇% 들어있겠는가?(원자량 Mg－24, C－12, O－16)

**6.** 다음의 표를 완성하여라.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 원자번호 | 12 | | | |
| 화학기호 | | $Al^{3+}$ | $S^{2-}$ | $Fe^{2+}$ |
| 양성자수 | | | 16 | 26 |
| 중성자수 | | 14 | 16 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 전자수 | 12 | 10 | | |
| 질량수 | 24 | | | 56 |

**7.** 평형이동의 원리를 설명하여라.

※ 5년제졸업생 1-5번, 6년제졸업생 3-7번

## 1990년

### 본과

**1.** 염소의 원자량은 35.5이다. 염소원자 1개의 질량을 구하여라.

**2.** 소금 585g에 류산을 모자라지 않게 넣고 가열하였더니 염화수소기체가 생겼다. 27℃, 0.1MPa에서 염화수소기체가 몇L 생기겠는가?

**3.** 1mol/L 류산용액 22.5mL에 0.2mol/L 가성소다용액 500mL를 섞고 여기에 물을 넣어 250mL를 만들었다. 얻어진 용액의 pH는 얼마이겠는가?

**4.** 아래와 같은 물질들을 서로 작용시켰을 때 반응할수 있는 경우를 가려내고 반응과정을 이온방정식으로 쓴 다음 산화와 환원, 전자의 이동을 표시하여라.

1) $AgNO_3+Zn\rightarrow$
2) $Pb(NO_3)_2+Zn\rightarrow$
3) $NaCl+Mg\rightarrow$
4) $CuSO_4+Hg\rightarrow$
5) $HgSO_4+Al\rightarrow$
6) $Fe(NO_3)_2+Sn\rightarrow$

**5.** 에틸알콜의 구조와 성질, 쓰임에 대하여 쓰라.

### 현직 및 제대군인

**1.** 알카리금속원소, 베릴리움족원소, 할로겐족원소들의 이름을 모두 10개이상 들고 원소기호를 쓰라.

**2.** 다음과 같은 전자배치를 가진 원소들이 있다. 이가운데서 어느 원소가 양이온으로 되기 제일 쉽고 어느 원소가 음이온으로 되기 쉬운가? 그리고 어느 원소가 이온으로 되기 어려운가를 원리적으로 설명하여라.

| | $K$ | $L$ | $M$ | $N$ |
|---|---|---|---|---|
| 1) | 2 | 8 | | |
| 2) | 2 | 8 | 1 | |
| 3) | 2 | 8 | 6 | |

4) 2 8 7

5) 2 8 8 2

**3.** 수산화나트리움 0.4g을 물에 용해시켜 용액 10mL를 만들었다. 이 용액의 몰농도를 구하여라. %농도는 대략 얼마이겠는가?(원자량 Na−23, O−16)

**4.** 숯이 탈 때 탄소 6g으로부터 이산화탄소 몇L가 생기겠는가?(표준조건에서)

**5.** 화학반응식 $CH_4+2O_2 \rightarrow CO_2+2H_2O$를 보고 물음에 대답하여라.

1) $CH_4$이 산화되였는가 환원되였는가?

2) $CH_4$ 1mol은 몇mol의 전자를 내주는가?

3) $O_2$ 1mol은 몇개의 전자를 받아들였는가?

4) $CH_4$ 1g은 몇개의 전자를 내주는가?(탄소의 원자량 12)

**6.** 반응의 속도가 25℃에서 $1.72\times10^{-5}$mol/(L·s)이고 65℃에서 $3.91\times10^{-4}$mol/(L·s)이다. 온도가 10℃ 올라갈 때마다 반응속도는 몇배씩 빨라졌는가?

**7.** 석탄이 화학공업의 귀중한 원료이라는데 대하여 그 쓰임을 세가지 실례를 들어 설명하여라.

(5년제졸업생은 1-5번, 6년제졸업생은 3-7번)

## 1991년

### 현직 및 제대군인

**1.** 원자량이란 무엇인가를 구체적으로 설명하여라.

**2.** 다음의 물질들을 단순물과 화합물로 가르고 다시 산화물, 산, 염기, 염으로 가르되 매 물질의 화학식을 쓰라.

산화칼시움, 가성소다, 염화나트리움, 물, 이산화탄소, 류산암모니움, 질산암모니움, 연, 아연, 철, 류산, 질산, 수산화칼시움, 동, 망간

**3.** 다음의 변화과정을 화학방정식으로 나타내여라.

$$Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$$

**4.** 0.5mol/L 염화알루미니움용액 2L를 만들려면 염화알루미니움이 몇g 있어야 하겠는가?(원자량 염소−35.5, 알루미니움−27)

**5.** 알카리금속들은 원자량이 커지는데 따라 활성이 커진다. 그것을 전자배치를 가지고 설명하여라.

**6.** 다음 물음에 대답하여라.

1) 몰질량이란?

2) 이성체란?

3) 동위원소란?

4) 족번호와 원자의 전자배치사이에는 어떤 관계가 있는가?

5) 핵의 전하수는 무엇에 의해 규정되며 주위전자와 어떤 관계가 있는가?

(5년제졸업생은 1-5번, 6년제졸업생은 3-7번)

**본과**

**1.** 다음 물음에 간단히 대답하여라.

1) 질량보존의 법칙이란?

2) 용액의 페하란?

3) 화학평형법칙이란?

4) 활성화에네르기란?

5) 카르본산이란?

**2.** 원자번호가 7, 11, 32, 38, 53인 원소들의 전자배치를 그리고 이 원소들이 어느 주기, 어느 족의 무슨 원소들인가를 밝히여라.

**3.** 산이란 무엇이며 산의 일반적성질에 대하여 쓰라.

**4.** 수소기체 20g속에 들어있는 분자수는 얼마이며 같은 수의 분자를 가지는 염화수소에는 염소와 수소가 각각 몇g씩 들어있는가? (염소의 원자량 35.5)

**5.** 공기, 물, 석탄을 써서 질산암모니움을 만드는 반응의 화학방정식을 쓰라.

## 1992년

**현직 및 제대군인**

**1.** 다음 물음에 대답하여라.

① 화학식 P, $CO_2$은 각각 어떤 의미를 나타내는가?

② 원소 Na, Mg의 산화물, 수산화물의 화학식과 이름을 쓰라.

**2.** 다음의 □안에 알맞는것을 쓰고 화학방정식을 완성하여라.

① Fe+□→$FeSO_4$→□

② Al+HCl→□+□

**3.** 질산암모니움 $NH_4NO_3$에는 질소가 몇% 들어있는가를 계산하여라.(원자량 N−14, H−1, O−16)

**4.** 염기란 무엇이며 그 공통적인 성질을 실례를 들어 설명하여라.

**5.** 밀도가 1.42g/$cm^3$인 28% 염산용액 100mL를 가지고 750mL의 용액을 만들었다.

이 용액의 몰농도는 얼마인가?(원자량 H−1, Cl−35.5)

**6.** 원소주기표에서 원소의 성질이 주기적으로 되풀이되는것을 전자배치와 결부하여 설명하여라.

**7.** 반응 $2AgNO_3+Mg=Mg(NO_3)_2+2Ag$에서 전자의 이동과정을 밝히고 산화수의 변화를 쓰라. 그리고 산화반응, 환원반응을 표시하고 산화제와 환원제를 찾으라.

(5년제졸업생은 1-5번, 6년제졸업생은 3-7번)

**본과**

**1.** 다음 물음에 간단히 대답하여라.

1) 눅눅한 공기는 왜 가벼운가?

2) 벌에 쏘인 자리에 암모니아수를 바르면 아픔을 멈춘다. 왜 그런가?

3) 질량이 같은 동나사와 철나사를 짙은 류산용액에 같은 시간 잠그었다가 꺼냈을 때 어느것이 더 무거워지겠는가? 왜 그런가?

4) 원소 Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar가운데서 전기음성도가 가장 센 원소와 전기적양성이 가장 센 원소는 어느것인가?

5) 물속에 있는 철과 습기있는 공기속에 있는 철가운데서 어느것이 녹이 더 쓰는가?

**2.** 다음 변화과정을 화학방정식으로 표시하여라.

$$P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow HPO_3 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow NH_4H_2PO_4$$

**3.** 10% KOH용액(밀도 1.09g/$cm^3$) 20mL를 5% KOH용액(밀도

1.04g/cm$^3$)으로 만들려면 전체량을 몇mL로 하여야 하며 첨가하여야 할 물의 량은 얼마인가?

**4.** 벤졸의 구조와 화학성질, 용도에 대하여 쓰라.

## 1993년

### 현직생

**1.** 다음의 변화를 화학방정식으로 표시하여라.
$Ba \rightarrow BaO \rightarrow Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3$

**2.** 할로겐에는 어떤 원소들이 속하며 그의 물리 및 화학성질은 어떠한가에 대하여 쓰라.

**3.** 0.5mol/L NaOH용액 500mL를 만들려면 NaOH가 몇g 있어야 하는가를 계산하여라.(원자량 Na－23, O－16, H－1)

**4.** 5mol의 메탄이 불탈 때 120℃, 0.12MPa에서 몇L의 기체가 생기겠는가?

**5.** 환원제의 세기에 대하여 설명하여라.

**6.** $CO_2 + H_2O_{(기체)} \rightleftharpoons H_2 + CO_2$반응의 어떤 온도에서의 평형상수는 9.02이다. 이 온도에서 CO와 $H_2O_{(기체)}$의 농도는 각각 0.06 mol/L이고 $CO_2$과 $H_2$의 농도는 각각 0.04mol/L이다.
반응물과 생성물이 평형상태에 있겠는가에 대하여 설명하여라.
(5년제졸업생은 1-5번, 6년제졸업생은 3-7번)

### 본과

**1.** $CaC_2$이 85% 들어있는 카바이드 1t을 만들려면 CaO가 92% 들어있는 생석회 얼마를 써야 하는가?

**2.** 밀도가 1.10g/cm$^3$인 20% 염산 300mL를 묽게 하여 밀도가 1.035g/cm$^3$인 2mol/L용액으로 만들기 위해서는 용액량을 몇mL로 하여야 하며 첨가해야 할 물의 량은 얼마인가?

**3.** 다음의 화학반응들에서 산화수의 변화과정을 밝히고 산화반응, 환원반응을 표시한 후 산화제, 환원제를 찾아내여라.
① $2KNO_3 + C = 2KNO_2 + CO_2$
② $Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

**4.** 5mol의 에탄이 불탈 때 120℃, 0.12MPa(1.2기압)에서 몇L의

기체가 생기겠는가를 계산하여라.

**5.** 전기음성도란 무엇이며 극성분자와 무극성분자의 실례를 들고 분자가 극성을 띠는 리유와 띠지 않는 리유를 설명하여라.

## 1994년

### 본과

**1.** 요드화칼리움(KI)용액에 염소를 작용시키면 요드가 생긴다. 이 반응을 이온방정식으로 쓰고 산화수의 변화, 산화, 환원을 밝히여라.

**2.** 멘델레예브원소주기법칙에 대하여

**3.** 열화학방정식 $2H_2+O_2=2H_2O_{(액체)}$; $-572kJ$에 의해서 9g의 물이 생길 때의 반응열을 계산하여라.(원자량 H－1, O－16)

**4.** 20%의 가성소다용액을 얻기 위하여 산화나트리움 93g을 용해시키는데 필요한 물의 량을 구하여라.

**5.** 11.2L(0℃, $1\times10^5$Pa)의 아세틸렌에 덧붙을수 있는 브롬은 몇g인가를 계산하여라.(원자량 C－12, H－1, Br－80)

**6.** 류화철(Ⅱ)의 용해도적이 $5\cdot10^{-18}$일 때 류화수소로 포화시킨 용액에서 철이온(Ⅱ)의 농도를 구하여라.

## 1995년

### 현직생

**1.** 다음 물음에 대답하여라.

1) 이온결합이란 무엇인가를 공유결합과 비교하여 설명하여라.

2) 금속의 활성차례를 쓰고 칼리움이 나트리움보다 앞에 놓이는 리유를 설명하여라.

3) 화학평형상태란 어떤 상태인가?

4) 5% 소금용액 100mL를 만들려면 어떤 실험기구들이 필요한가?

5) 화학비료의 실례 5개 들고 화학식을 쓰라.

**2.** 할로겐원소의 전자배치와 일반성질에 대하여

**3.** 다음 반응의 화학방정식을 완성하여라.

$HClO_3+P\rightarrow H_3PO_4+HCl$

**4.** 다음 포화탄화수소의 구조식을 쓰라.

① 2－메틸펜탄  ② 2, 2, 4－트리메틸펜탄

**5.** 강냉이밭에 류안비료를 성분량으로 환산하여 정보당 250kg 썼다. 류안비료를 물동량으로 정보당 몇kg 썼는가?

**6.** 류산동용액에 50A의 전류를 1h동안 흘러보내면 몇g의 동이 얻어지는가?

### 제대군인

**1.** 다음 물음에 대답하여라.

① 알콜과 물이 섞인데서 순수한 알콜을 얻기 위하여 어떻게 해야 하는가?

② 분자란? 원자란?

③ 질량보존의 법칙이란?

④ 5%의 소금물을 얻기 위하여 어떻게 해야 하는가?

⑤ 산, 염기의 실례 5가지씩 들고 화학식을 쓰라.

**2.** 멘델레예브원소주기법칙과 원소주기표에 대하여

**3.** 다음의 탄화수소가운데서 메탄동족체를 갈라내고 이성체의 이름, 구조식을 쓰라.

$C_2H_4$, $C_3H_8$, $C_6H_6$, $C_{12}H_{24}$

**4.** 화학방정식 $2Cu+O_2=2CuO$를 따져보고 물음에 대답하여라.

① Cu가 산화되였는가 환원되였는가?

② Cu 1mol은 몇mol의 전자를 내주는가?

③ $O_2$ 1mol은 몇개의 전자를 받아들이는가?

**5.** 25℃에서 수소이온의 농도가 각각 $10^{-5}$mol/L, $10^{-8}$mol/L, $10^{-11}$mol/L인 용액의 pH값은 각각 얼마인가? 그리고 수산이온의 농도는 각각 얼마인가?

### 본과

**1.** 원소주기표에서 원소의 산화수가 어떻게 변하는가를 쓰고 원인을 설명하여라.

**2.** 강철의 부식과 부식방지에 대하여

**3.** 산성토양이란? 토양이 산성화되는 원인과 그 개량에 대하여 원리적으로 쓰라.

**4.** 유기화합물을 분류하고 실례를 들어라.

**5.** 다음 문제를 풀어라.

1) 탄산나트리움결정 $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ 85.8g이 있다. 다음 물음에 대답하여라.(원자량 Na−23, C−12, O−16)

① 탄산나트리움결정은 몇mol인가?

② 나트리움원자, 탄소원자, 산소원자, 수소원자가 각각 몇개인가?

③ 결정수에 들어있는 물분자는 몇개인가?

2) 산화아연과 아연의 혼합물 10.7g을 용해시킬 때 100g의 10.22% 염산용액이 소비되였다. 혼합물의 조성을 구하여라.(원자량 Cl−35.5, Zn−65.4)

## 1996년

### 현직 및 제대군인

**1.** 다음의 물음에 대답하여라.

1) 칼시움, 질소기체, 니켈, 금, 요드, 아류산가스, 질산, 소석회, 염화수소, 뇨소비료의 화학식

2) Al, He, Co, Ag, $O_3$, KOH, $MgCl_2$, $CH_3OH$, CuO, NaCl의 이름

3) 탄소수 10까지의 메탄동족체의 이름과 분자량

**2.** 다음의 물음에 대답하여라.

1) 원자는 어떤 알갱이들로 이루어졌으며 그것들이 원자번호, 질량수와 어떤 관계에 있는가?

2) 19, 20, 31, 32, 37번 원소의 원자의 전자배치를 그리고 그 원소가 어느 족, 어느 주기에 속하는가를 밝히여라.

3) 이온결합과 공유결합에 대하여 실례를 들어 설명하여라.

**3.** 다음의 반응에 대하여 대답하여라.

1) 산화바리움과 물, 수산화동과 염산, 산화칼시움과 류산사이의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

2) 산화환원반응 $HClO_3 + P \rightarrow H_3PO_4 + HCl$을 완성하여라.

3) 열화학방정식 $C + O_2 = CO_2$; −396kJ을 알고 240g의 탄소가 연소될 때의 반응열을 계산하여라.

**4.** 다음의 물음에 대답하여라.

1) 수소 20g속에 들어있는 분자수와 이만한 수의 염화수소분자의 총질량과 체적은 얼마인가?(표준조건)

2) 밀도가 1.46g/$cm^3$인 58% 류산용액의 몰농도를 구하여라.

3) 마그네샤크링카를 만드는 원리를 간단히 쓰라.

**본과**

**1.** 다음의 문제에 대하여 대답하여라.

① 멘델레예브원소주기법칙에 대하여 설명하여라.

② 반응속도에 주는 온도, 농도, 촉매의 영향에 대하여 설명하여라.

③ 마그네샤크링카 생산원리, 방법에 대하여 설명하여라.

**2.** 다음 문제에 대하여 대답하여라.

1) 수산화물이란? 양성, 음성원소들의 수산화물의 성질에서 차이점을 쓰라.

2) 19, 24, 29, 36, 56번 원소의 원자의 전자배치를 그리고 그 원소가 주기표의 어느 족, 어느 주기에 속하는가를 밝히여라.

3) 콜로이드용액과 그 성질에 대하여 쓰라.

**3.** 다음의 문제를 풀어라.

1) 밀도가 1.1g/$cm^3$인 20% 염산용액 100g에 물 400mL를 더 넣었다. 새로 얻은 염산용액의 %농도, 몰농도, pH를 구하여라.

2) 0.2mol/L 류산용액에 아연을 넣어 반응시켰다. 30min후 류산용액의 농도가 0.02mol/L로 되였다. 반응속도를 구하여라.

3) 20% 가성소다용액 200g에 염화수소기체를 작용시킨 결과 58.5g의 염화나트리움이 생기였다. 이때 반응한 염화수소기체의 체적은 얼마인가?(0℃, 0.1MPa)

**4.** 다음 문제를 풀어라.

1) 89.6L의 아류산가스를 산화시킬 때 나온 열을 전부 0℃의 물 1kg을 덥히는데 썼다. 물이 몇℃로 되였는가?(표준조건, $SO_2$의 산화열은 −99kJ/mol, 물의 비열 4.18kJ/(kg·℃))

2) 산화환원반응 $Cu + HNO_{3(묽은)} \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$를 완성하여라.

3) 메틸알콜을 수소가 있는데서 산화시키면 포르말린이 생긴다. 38%의 포르말린 1 000t을 얻자면 메틸알콜이 얼마나 있어야 하는가?(원자량 C−12)

## 1997년

### 제대군인

**1.** 다음 원소기호를 쓰라.

철, 동, 마그네시움, 금, 은, 칼리움, 규소, 염소, 게르마니움, 알루미니움, 셀렌, 요드, 불소, 칼시움, 리티움

**2.** 화학변화란 무엇이며 다음 화학변화가 일어날 때 어떤 현상이 나타나는가에 대하여 쓰라.

1) 탄소와 산소가 반응하여 탄산가스가 생기는 반응

2) 메탄가스가 산소와 반응하여 탄산가스와 물이 생기는 반응

3) 철이 녹쓰는 반응

4) Na이 물과 반응하여 가성소다를 만드는 반응

**3.** 다음 문제들을 풀어라.

1) 아연과 염산이 반응하면 수소기체가 생긴다. 2.5g의 아연으로 몇L의 수소를 얻는가?(표준조건)

2) 0.1mol/L 소금용액 500mL를 만들려면 소금이 얼마나 있어야 하는가?(원자량 Na－23, Cl－35.5)

### 본과

**1.** 다음 물음에 간단히 대답하여라.

물질의 밀도, 흡열반응, 활성화에네르기, 증류, 산화수, 몰체적, 질량보존의 법칙, 결정수, 페하, 중합반응, 산화제, 공유결합, 동소체, 이성체

**2.** 다음 물질들의 화학식 또는 이름을 쓰고 쓰임에 대하여 설명하여라.

염소, 알루미니움, 암모니아, 카바이드, 가성소다, 류산, 질안, 메탄, 포르말린, 페놀, $Ca(OH)_2$, $V_2O_5$, $Na_2CO_3$, $CO(NH_2)_2$, $FeS_2$

**3.** 비날론만들기에 대하여

**4.** 질산의 성질에 대하여

**5.** 염화바리움용액 1L에 류산을 충분히 넣었더니 23.3g의 류산바리

움이 침전되였다.

① 반응한 염화바리움은 몇g인가?

② 염화바리움용액은 몇mol/L용액인가?

③ 이 반응이 20℃에서는 5min동안에, 40℃에서는 1min동안에 진행되였다면 20℃, 40℃에서 반응속도는 얼마인가?

④ 온도가 10℃ 오를 때마다 이 반응의 속도는 몇배로 빨라지는것으로 되는가?

⑤ 이 반응을 이온방정식으로 쓰라.

6. 원소기호, 원소이름, 원자번호를 기입한 원소주기표를 그리고 주기법칙을 설명하여라.

**근위대 및 현직생**

1. 다음 물음에 간단히 대답하여라.
알카리금속, 산화물, 끓음점, 밀도, 맨바깥전자, 단순물, 이성체, 자유전자, 생성물, 고분자화합물, 원자량, 물질량, %농도, 녹음점, 염기

2. 다음 물질의 화학식과 그 이름을 쓰고 쓰임에 대하여 설명하여라.
류산, 류안, 염산, 질산, 질안, 암모니아, 소금, 요드, 알루미니움, 가성소다, $CaCO_3$, $CH_4$, $CH_3COOH$, $H_2O_2$, Cu

3. 무연탄가스화에 대하여

4. 염소의 성질에 대하여

5. 30℃, 0.1MPa에서 11.5g의 금속Na이 물과 반응한다. 생겨난 가성소다는 몇g인가? 생겨난 수소의 체적은 얼마인가?(원자량 Na－23, O－16)

6. 원소기호, 원소이름, 원자번호를 기입한 원소주기표를 그리고 주기법칙을 설명하여라.

## 1998년

**근위대 및 현직생**

1. 류황 16g을 태우면 아류산가스가 몇L(표준조건) 생기겠는가?

2. 원자번호가 2, 10, 18인 원소의 원자의 전자배치를 그리고 어느 족, 어느 주기에 속한 어떤 이름을 가진 원소인지 말하여라.

3. 5% 소금물 50g, 8% 소금물 25g, 25% 소금물 25g을 섞었다. 새로 생긴 소금물은 몇%용액인가?
4. 산의 일반성질에 대하여 쓰라.
5. 화학평형에 미치는 온도, 압력의 영향에 대하여 쓰라.
6. 부탄의 이성체들의 구조식을 쓰고 이름을 붙여보아라.
7. 반응 $Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2$이 일어난다. 어느것이 산화되고 어느것이 환원되였는가를 산화수변화를 가지고 설명하여라.
8. 화학실험에 쓰이는 유리기구 10가지를 들고 쓰이는 실례를 들어라.
9. 우리 나라 화학공업에서 생산하는 중요화학제품 10가지이상 쓰고 그 쓰임에 대하여 쓰라.
10. 소금생산방법과 소금이 어떻게 쓰이는지 설명하여라.

**중학교**

1. 류산용액에 가성소다를 넣었더니 류산수소나트리움 3.6g과 류산나트리움 4.84g이 생겼다. 이 용액에 $H_2SO_4$이 몇g 있었고 넣은 가성소다는 몇g이겠는가?(원자량 S－32, O－16)
2. 원자번호가 2, 10, 18, 36, 54, 86인 원소의 원자들의 전자배치를 그리고 주기법칙을 설명하여라.
3. 수산화나트리움 8.00g을 물에 용해시켜 0.500mol/L용액 몇L를 얻겠는가?(원자량 Na－23)
4. CaO를 얻기 위하여 90%순도의 석회석 2t을 분해시켰다. 이때 탄산가스가 몇$m^3$(표준조건) 얻어지겠는가?(원자량 Ca－40, C－12)
5. 화학반응속도에 미치는 온도, 농도, 반응물겉면적의 영향에 대하여 쓰라.
6. 염기의 일반성질에 대하여 쓰라.
7. 다음 반응에서 산화된것과 환원된것을 지적하고 산화수를 가지고 설명하여라.

$$Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2$$
$$2H_2S+SO_2=2H_2O+3S$$

8. 펜탄의 이성체들의 구조식을 쓰고 이름을 쓰라.
9. 철광석으로부터 선철, 강철을 만드는 방법을 화학방정식을 쓰면서

설명하여라.

**10.** 우리 나라 화학공업에서 생산되는 중요한 화학제품 20가지를 들고 그 쓰임에 대하여 설명하여라.

### 1중학교

**1.** 암모니아와 염화수소는 물 1L에 표준조건에서 각각 702L, 450L가 용해된다. 암모니아포화용액 1L와 염화수소포화용액 1L를 섞으면 어느 물질이 남김없이 반응하고 어느 물질이 남아있겠는가?

**2.** 원소 H, P, O, S, C가 있다. 이 원소들사이에 이루어질수 있는 화합물의 화학식을 쓰고 매 원소가 화합물에서 어떤 산화수를 가지는가를 지적하여라.

**3.** 원자번호가 3-18인 원소들의 원자의 전자배치를 그리고 주기법칙을 설명하여라.

**4.** 암모니아합성반응 $N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$; QkJ이 일어난다. 4℃의 물 2L를 24℃까지 덥히려면 표준조건에서 몇L의 수소가 반응해야 하겠는가? 또 암모니아는 몇g 생기는가?

**5.** 수소와 요드가 반응하여 요드화수소가 134mol/(L·min)의 속도로 생성된다. 이때 수소분자는 min당 몇개씩 없어지겠는가?

**6.** 2mol/L $H_2SO_4$용액 300mL를 만들려면 98% 류산용액($\rho$=1.84g/$cm^3$) 몇L가 있어야 하는가?

**7.** 25A의 전류로 소금물을 전기분해할 때 음극에서 5.6L의 수소가 나왔다.(표준조건) 전류를 얼마동안 흘러보내였겠는가?

**8.** 석탄건류란 무엇이며 이때 얻어지는 제품들에는 어떤것들이 있는지 쓰라.

**9.** 무연탄가스에 의한 암모니아합성방법에 대하여 쓰라.

**10.** 섬유소로부터 에틸알콜을 얻는 방법에 대하여 쓰라.

## 1999년

### 중학교

**1.** 원자안에서 전자배치규칙을 설명하고 원소의 화학성질과 전자배치와의 관계를 알카리금속원소와 할로겐족원소들을 실례를 들면서

설명하여라.

2. 용액의 농도표시법에 대하여 각각 실례를 2가지씩 들면서 설명하여라.

3. 반응속도에 미치는 온도와 농도의 영향에 대하여 설명하여라.

4. 다음 반응의 화학방정식에서 산화되는 물질과 환원되는 물질을 지적하여라.

① $2HgCl_2+SnCl_2=Hg_2Cl_2+SnCl_4$

② $2KI+Cl_2=2KCl+I_2$

5. 석탄을 가스화하는 원리에 대하여 쓰라.

6. KCl의 용해도는 0℃에서 28g/(100g·물), 80℃에서 51g/(100g·물)이다.

① 0℃에서 물 750g에 KCl이 몇g 용해될수 있는가?

② 80℃의 KCl포화용액에서 물 50g을 증발시켰다. KCl이 몇g 침전되겠는가?

7. 다음 화학방정식을 완성하여라.

① Mg+1/2□=MgO; −601.2kJ

② □+2HCl=□+$H_2O$

8. 류산용액에 가성소다를 넣고 반응시켰더니 류산수소나트리움 3.6g과 류산나트리움 2.84g이 생겼다. 용액속에 류산은 얼마나 있었고 가성소다는 얼마나 넣었겠는가?(원자량 Na−23, S−32, O−16)

**근위대 및 현직생**

1. 원자번호가 2, 10, 18, 36, 54, 80인 원자들의 전자배치를 나타내고 주기와 족을 지적하여라.

2. 2mol/L의 사탕물 500mL와 4mol/L의 사탕물 300mL를 섞었다. 섞어놓은 사탕용액은 몇mol/L용액인가?

3. 동, 수은, 나트리움, 은, 알루미니움, 아연, 금 등에서 다음의 성질을 가진것을 원소기호로 쓰라.

① 방온도에서 물과 활발히 반응한다. (　　)

② 묽은 류산에 용해되여 수소를 내보낸다. (　　)

③ 방온도에서 액체이다. (　　)

④ 물보다 가볍다. (　　)

⑤ 왕수에 용해된다. (  )

**4.** 소금을 얻는 방법과 소금의 쓰임에 대하여

**5.** 탄산나트리움 3.55g과 남김없이 반응하려면 염산이 몇mol 있어야 하며 생겨난 탄산가스는 몇L나 되겠는가?(온도는 25℃로 보고 탄산가스가 몽땅 바깥으로 나온다고 보라.)

**6.** 다음 반응의 화학방정식을 완성하여라.

① $CaO+H_2O=\square$

② $\square+2HCl=\square+H_2O$

**7.** 탄소수 10개까지의 포화탄화수소들의 이름과 화학식을 쓰라.

**1중학교**

**1.** 원자안에서의 전자배치와 멘델레예브원소주기표에 대하여 설명하여라.

**2.** 용해도적에 대하여 설명하여라.

**3.** 전기분해법칙에 대하여 설명하여라.

**4.** 희유금속과 순금속에 대하여

**5.** 원유가공법에 대하여

**6.** 어떤 금속의 단순물 M 0.9g과 10% 염산($\rho=1.05g/cm^3$)이 반응하여 염화물 $MCl_3$이 생겼다. 이때 표준조건에서 어떤 기체 11.2L가 얻어졌다.

① 생긴 기체는 무엇인가?

② M은 어떤 원소이며 그 원자의 전자배치는 어떠한가?

③ 반응에 쓰인 염산은 몇mol/L용액이며 체적은 얼마나 되는가?

**7.** 체적으로 암모니아가 14% 들어있는 암모니아와 공기의 혼합기체 $10m^3$(표준조건)로 45% 질산용액 몇kg을 만들수 있는가?

**8.** 781K에서 수소와 요드가 반응한다. 요드화수소가 134mol/(L·min)의 속도로 생긴다면 1L에서 1min동안에 수소분자 몇개가 반응하는가?

**9.** 류산크롬 7.84g을 포함한 용액에 염화바리움 16.64g을 포함한 용액을 넣었다.

① 어떤 침전물이 얼마나 생겼는가?

② 남은 용액을 말리울 때 얻어지는 $BaCl_2\cdot2H_2O$, $CrCl_3\cdot8H_2O$의 질량은 각각 얼마인가?

**10.** 프로판과 부탄의 혼합물 11.2L(표준조건)를 태울 때 생긴 $CO_2$을 가성소다용액에 통과시켰더니 $Na_2CO_3$ 95.4g과 $NaHCO_3$ 84g이 얻어졌다.

① 생겨난 $CO_2$은 몇mol인가?

② 처음 혼합물의 조성을 체적%로 구하여라.

③ 체적으로 산소를 20% 포함한 공기(27℃, 0.2MPa)가 몇L 필요한가?

## 2000년

### 현직 및 제대군인

**1.** 다음의 단순물들을 금속과 비금속으로 가르고 화학식을 쓰라.
철, 탄소, 나트리움, 수소, 염소, 아연, 질소, 동, 산소, 연

**2.** 다음의 원소들이 들어있는 산화물의 이름과 화학식을 쓰라.
B, K, Ag, Li, S(Ⅵ), P(Ⅴ), Mn(Ⅳ), Cr(Ⅲ), Zn, Ca

**3.** 산이란 무엇이며 그 공통적인 성질을 실례를 들어 설명하여라.

**4.** 멘델레예브원소주기법칙은 어떤 법칙인가?

**5.** 할로겐원소에는 어떤것들이 속하는가?

**6.** 순수한 소금에는 나트리움이 몇% 들어있겠는가?(원자량 Na-23, Cl-35.5)

**7.** 염소원자핵의 전하수는 17이고 질량수는 35이다. 이 원자핵안에 들어있는 양성자수와 중성자수, 핵주위의 전자수, 맨바깥전자층에 있는 전자의 수를 지적하여라.

**8.** 아연 13g에 묽은 류산용액을 충분히 반응시켰다. 이때 몇mol의 수소가 얻어지겠는가?

**9.** 유기화합물이란 어떤 물질인가? 실례를 5개 들라.

**10.** 바다물로부터 소금을 생산하는 방법에 대하여 아는대로 쓰라.

**11.** 20℃에서 소금의 용해도는 35.9g/(100g・물)이다. 이 온도에서 10% 소금용액 200g으로부터 얼마의 물을 증발시켜야 소금결정이 생기기 시작하겠는가?

※ 군인 1-10번, 현직 2-11번

1중학교

**1.** 이 원소들($_{3}Li$, $_{11}Na$, $_{19}K$, $_{37}Rb$)의 전자배치를 하고 일반성질을 쓰라.

**2.** 용액의 끓음점오름, 얼점내림을 설명하고 실천에서 어떻게 리용되는가에 대하여 쓰라.

**3.** 용해도적과 그 리용에 대하여 쓰라.

**4.** 순금속이란, 그의 리용, 만드는 법과 순도표시를 례들어 설명하여라.

**5.** 비스코스인조섬유를 만드는 방법을 설명하여라.

**6.** 화학식 $H_2O$, $H_2S$, $CH_4$, $P_2O_5$, $SO_2$, $PH_3$, $SO_3$, $CO_2$, CO, $C_2H_6$에서 산화수와 구조식을 쓰라.

**7.** Ag의 나트리움을 물과 반응시켜 Bg의 수산화나트리움을 얻었다.

① 물을 얼마나 넣었는가?

② 어떤 기체가 몇L(표준조건) 나오는가?

③ 얻어진 분자는 몇개인가?

④ 용액의 농도는 얼마이며 얻어진 수산화나트리움중화에 필요한 $SO_2$의 량은 얼마인가?

**8.** 2mol/L 류산용액 200mL를 만들자면 96% 류산용액($\rho = 1.8g/cm^3$) 몇mL가 필요한가?

**9.** 류산만들기, 암모니아만들기에 대하여 쓰라.

**10.** $500cm^3$의 활성탄에 $0.09m^2$의 면적을 차지하는 암모니아분자가 한층으로 덮여있다.(활성탄 $1cm^3$의 겉면적은 $700m^2$) 암모니아분자가 몇mol 흡착되였겠는가?

중학교

**1.** 멘델레예브원소주기법칙에 대하여

**2.** 산소의 성질에 대하여

**3.** 중요산의 이름과 화학식을 5가지이상 쓰고 류산의 성질, 쓸모에 대하여 쓰라.

**4.** 중요한 염기의 이름과 화학식을 5개이상 쓰고 NaOH의 쓸모, 성질에 대하여 설명하여라.

**5.** 비날론생산반응에 대하여

6. 탄산나트리움 3.55g과 남김없이 반응하려면 HCl 몇mol이 필요한가?
7. 10% 소금용액(밀도 1.07g/$cm^3$) 200mL를 물로 묽게 하여 1L를 만들었다. 이 용액은 몇mol/L용액인가?
8. $1.0 \cdot 10^{-3}$mol/L 염산용액의 pH를 계산하여라.

## 2001년

### 중학교, 근위대, 현직생

1. 원자번호가 3인 Li으로부터 원자번호가 20인 Ca까지의 전자배치에 근거하여 원소의 성질이 주기적으로 반복된다는것을 설명하여라.
2. 이온결합에는 방향성이 없지만 공유결합에는 방향성이 있다는것을 례를 들어 설명하여라.
3. 밀도가 1.46g/$cm^3$인 58% 류산용액의 몰농도를 구하여라.
4. 수산화나트리움의 화학성질을 5가지로 설명하여라.
5. 촉매란 무엇이며 촉매에는 어떤것이 있는가를 례들어 설명하여라.
6. 환원제에는 어떤 종류가 있는가를 례를 들어 설명하여라.
7. 선철과 강철은 어떻게 다르며 이것들은 각각 어떤 로들에서 생산하는가?
8. 비스코스인조섬유를 만드는 원리를 설명하여라.
9. 탄산칼시움에 염산을 반응시켜 이산화탄소 1L(표준조건)를 얻는데 필요한 탄산칼시움과 30% 염산용액의 질량, 생성된 $CaCl_2$의 질량을 계산하여라.
10. 다음의 변화과정을 화학방정식으로 나타내여라.

    $CaCO_3 \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2$

    ※ 중학교 1-10번, 현직 및 근위대 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10

### 1중학교

1. 다음의 산화환원방정식을 완성하여라.

    $H_2S + H_2SO_3 \rightarrow S$
2. 주기표에서 염기 및 산소산의 성질변화에 대하여 쓰라.
3. 다음 자료를 리용하여 열화학방정식을 작성하여라.

2.3g의 나트리움과 3.55g의 염소로부터 5.85g의 염화나트리움이 생길 때 41.4kJ의 열이 나온다.

4. 온도를 10K 높일 때마다 2배씩 빨라지는 반응의 속도가 20℃에서 0.04mol/(L・min)이다. 60℃에서의 반응속도는 얼마인가?

5. 접촉법에 의한 류산생산방법에 대하여

6. 0.1mol/L와 0.01mol/L 붕산용액들에서의 해리도는 각각 얼마인가? 붕산의 1계단 해리상수는 $7.3 \cdot 10^{-10}$이다.

7. 소금물에 250A의 전류를 30min간 흘러보냈을 때 양극에 생기는 염소는 몇g이며 20℃, 표준대기압에서 몇L 생겼겠는가?

8. 중축합반응에 의하여 만드는 수지들을 지적하고 페놀수지는 어떤 방법으로 가공하여 제품을 만드는가를 설명하여라.

9. 에스테르화반응이란? 실례를 들어 설명하여라.

10. 메틸알콜은 어떤 물질이며 어디에 쓰이는지 설명하여라.

## 2002년

(제1안)

1. 페놀의 화학구조와 성질에 대하여 쓰라.

2. 건전지의 구조와 작용원리에 대하여

3. 촉매를 쓸 때 화학반응속도가 빨라지는것이 온도를 높일 때 반응속도가 빨라지는것과 다른 점이 무엇인가?

4. 류산나트리움용액에 염화바리움용액을 넣었을 때와 수산화철용액에 류산마그네시움용액을 넣었을 때 다같이 침전물이 생긴다. 침전물이 생기는 까닭에서 다른 점은 무엇인가?

5. $CaCO_3 \rightarrow CaO \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow CH_2{=}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}H \rightarrow \left( CH_2 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}H \right)_n$ 과 같은 화학변화과정을 반응식으로 완성하고 공업적으로 어떤 원료로부터 어떤 제품을 만드는 과정인가를 설명하여라.

6. 류산동용액에 1.2A의 전류를 40min동안 통과시켰을 때 동이 얼마나 석출되겠는가?

7. 밀도가 $1.2g/cm^3$인 32% 질산용액 500mL에 1L의 물을 부어넣었

다면 얻어진 질산용액의 %농도와 몰농도는 얼마이겠는가?

8. 25℃, 0.15MPa에서 아세틸렌 1.5mol을 완전히 연소시키려면 산소 몇L가 필요한가?

9. $FeS_2$이 60% 들어있는 황철광 1t을 태울 때 0℃, 표준대기압에서 몇$m^3$의 이산화류황이 얻어지겠는가? 또 그것으로 98% 류산을 얼마나 얻을수 있는가?

10. 밀도가 1.07g/$cm^3$인 10% 류산용액 200mL에 나트리움쪼각을 충분히 넣었다. 몇g의 나트리움이 반응에 참가하였는가?

(제2안)

1. 에틸렌의 화학구조와 성질에 대하여
2. 다니엘전지의 구조와 작용원리에 대하여
3. 반응물의 농도를 크게 할 때와 온도를 높일 때 화학반응속도가 빨라지는 까닭에서 다른 점은 무엇인가?
4. 유기화합물의 조성에 탄소와 수소가 들어있다는것을 어떤 실험으로 알아볼수 있는가?
5. 다음의 화학변화과정을 방정식으로 완성하고 공업적으로 어떤 원료로부터 어떤 제품을 얻는 과정인가를 설명하여라.

$$H_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

6. 염화니켈용액을 1h동안 전기분해할 때 11.74g의 니켈이 얻어졌다. 몇A의 전류가 흘렀겠는가?(원자량 Ni－58.7)
7. 5% KOH용액 950g이 있다. 열을 주어 70g의 물을 증발시키고 남은것에 고체수산화칼리움 20g과 100g의 물을 넣고 흔들어 용해시켰다. 얻어진 용액의 %농도와 몰농도를 구하여라.(용액의 밀도는 1g/$cm^3$로 보라.)
8. 5mol의 메탄이 불탈 때 300℃, 0.15MPa에서 몇L의 기체가 생기겠는가?
9. 류산암모니움 1t을 만드는데 72% 류산용액 1.05t과 암모니아 0.26t이 든다면 류산과 암모니아의 거둠률은 얼마인가?
10. 밀도가 1.065g/$cm^3$인 13.5% 염산에 나트리움 4.6g을 작용시켰다. 염산 몇mL가 반응에 참가하였겠는가?

## 2003년

1. 류산의 화학성질과 그 리용에 대하여
2. 린원소의 원자번호는 15이다. 린원자의 전자배치를 그리고 몇주기, 몇족에 놓이는가를 밝히고 그 화학성질을 설명하여라.
3. 류산동결정을 가지고 46% 알콜 100g이 섞인 물을 완전히 제거하려고 한다. 어떻게 하여야 하는가? 류산동결정이 몇g 필요한가?
4. 건전지와 축전지의 작용원리를 쓰고 같은 점과 다른 점을 밝히여라.
5. 전기음성도란 무엇이며 전기음성도를 보고 무엇을 알수 있는가?
6. 룡문대굴의 돌꽃들은 어떻게 생겼는가?
7. 카르본산이란? 그 실례를 3가지 들고 리용에 대하여 말하여라.
8. 100g의 $KNO_3$을 250g의 물에 넣고 가열하면서 용해시킨 다음 10℃까지 식혔다. 몇g의 $KNO_3$이 결정으로 석출되는가?(10℃에서 $KNO_3$의 용해도는 22g/(100g·물)이다.) $KNO_3$이 결정으로 석출된 후의 용액의 %농도와 몰농도는 얼마인가?
9. 나트리움 9.2g을 염산과 반응시킬 때 13.5% HCl용액($\rho$ = 1.065g/$cm^3$)이 몇mL 필요한가?
10. 다음 반응의 화학방정식을 완성하여라.

    $HCl + MnO_2 \rightarrow MnCl_2 + H_2O + Cl_2$

    ※ 중학교, 1중학교 1−10번, 근위대 및 현직생 2, 5, 6, 7, 9, 10번

## 2004년

1. 원자번호가 20, 31, 34, 58인 원소들에 대하여 원자의 전자배치를 하고 몇주기, 몇족원소인가를 밝히여라.
2. 원소주기표 1족원소들의 산화물과 수산화물은 어떤 성질을 가지는가? 그 성질은 원자번호가 커질수록 어떻게 변하는가?
3. 어떤 화합물을 분석하니 탄소 54.5%, 수소 9.1%, 산소 36.4%였다. 이 화합물 0.288g을 기체상태로 만들었더니 100℃, 0.1MPa에서 그 체적이 100mL였다. 이 화합물의 분자량과 가능한 이성체의 구조식, 이름을 밝히여라.

**4.** 염기의 일반성질과 분류에 대하여

**5.** 화학평형상태에 있는 반응 $N_2O_4=2NO_2$에서 $N_2O_4$과 $NO_2$의 평형 농도는 각각 Amol/L, Bmol/L이다.

① 평형상수 $K_P$식

② 체적을 $\frac{1}{n}(n>1)$로 압축했을 때 매 성분의 농도를 구하여라.

**6.** 표준조건에서 *V*L의 암모니아기체를 물 1L에 용해시켰다. 용액의 pH는 11이고 용해된 암모니아는 10%만 해리된다. 체적 *V*를 구하여라.(암모니아용해시 용액의 체적변화는 무시)

**7.** 다음 반응의 화학방정식을 완성하여라.

$HNO_{3(묽은)}+Cu\rightarrow Cu(NO_3)_2+NO+H_2O$

※ 중학교, 1중학교 1-7번, 근위대 및 현직생 1, 2, 4, 5, 7번

## 2005년

**1.** 염기란 무엇인가 실례 5가지이상 들어라.

**2.** 알콜이란 무엇인가 실례 5가지이상 들어라.

**3.** 이온결합이란 무엇이며 이온결합으로 이루어진 화합물의 실례 5가지이상 들어라.

**4.** 멘델레예브원소주기표가 어떻게 구성되여있는가를 설명하고 1족원소들인 Na, K, Rb, Cs, Fr의 성질변화에 대하여 쓰라.

**5.** 촉매가 화학반응속도를 빠르게 하는 리치를 아래와 같이 설명한데서 옳은것과 그른것을 가려내고 설명하여라.

ㄱ) 촉매는 반응물분자들이 직접 반응할 때보다 에네르기가 적게 드는 새로운 반응경로를 마련해주는 역할을 한다.

ㄴ) 촉매가 반응물분자들의 결합을 약화시키기때문이다.

ㄷ) 반응물분자들중 활성분자수를 제한시키기때문이다.

ㄹ) 활성분자에 의한 충돌수가 많아지기때문이다.

**6.** 순도가 98%인 마그네사이트 1t을 가지고 마그네샤크링카를 얼마나 생산할수 있으며 600℃, 0.1MPa에서 탄산가스는 얼마나 나오겠는가? 불순물이 마그네샤크링카에 다 옮겨졌다고 볼 때 마그네샤크링카의 순도는 몇%인가?

**7.** 1.5mol/L NaOH용액 200mL에 1.2mol/L NaOH용액 300mL를 섞었을 때 얻어진 용액의 몰농도를 구하여라.

**8.** 드문기체가 화학적으로 안정한 원인은 무엇인가?

**9.** 류산동결정의 결정수함량을 알아보기 위한 실험에서 시약과 기구, 조작 및 결과계산에 대하여 쓰라.

## 2006년

### 중학교

**1.** 아래의 물질들가운데서 산, 염기, 량성수산화물, 염을 각각 갈라내고 그 근거를 밝히여라. 나머지는 무엇인가?

$NaHCO_3$, $Ca(OH)_2$, HBr, $SO_2$, $Al(OH)_3$, $CH_3COOH$, $Zn(OH)_2$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $BaCl_2$, $(NH_4)_2SO_4$, CuS, $K_2O$

**2.** 원소주기표 15족, 16족, 17족에 있는 원소들의 전기음성도의 세기를 비교한 아래의 판단에서 옳은것을 고르고 그 근거를 밝히여라.

ㄱ) 17<16<15　　　ㄹ) 15=16=17

ㄴ) 15<16<17　　　ㅁ) 15<17<16

ㄷ) 15≈16<17　　　ㅂ) 15<17>16

(답쓰기형식: ×이 옳다. 그것은 …이기때문이다.)

**3.** 아래의 물질들을 이온결합, 극성공유결합, 무극성공유결합, 금속결합에 속하는것으로 가르고 그 근거를 밝히여라.

$Na_2O$, $SO_2$, $Cl_2$, Cu덩어리, 흑연덩어리, $H_2O$, $N_2$, NaCl

**4.** 4개의 시험관에 질은류산, 석회수, 가성소다, 염산이 들어있다. 어느 시험관에 어느 물질이 들어있는가를 어떻게 알아낼수 있는가? 가능한 방법을 두가지씩 쓰라.

**5.** A원자의 M전자층의 전자개수는 B원자의 M전자층의 전자개수보다 2개 적다. 그리고 B원자의 L전자층의 전자개수는 A원자의 L층전자개수의 2배이다. A원자, B원자는 각각 어떤 원소이며 주기표 몇족, 몇주기에 자리잡고있는가?

**6.** 이성체, 동소체란 무엇이며 그것들사이의 차이점은 어디에 있다고 생각하는가? 실례를 세가지씩 들라.

7. 류산칼리움과 류산나트리움의 혼합물 24.5g이 들어있는 용액에 염화바리움용액을 충분히 작용시켜 침전물을 34.95g 얻었다. 혼합물속에 류산칼리움과 류산나트리움이 각각 몇g 들어있었겠는가?

8. 다음의 화학반응식을 완성하고 그것이 어떤 물질을 생산하는 기초적인 반응인가를 쓰라.

$$CaCO_3 \rightarrow CaO \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow H_2C{=}CH(Cl)$$

9. 0.1mol/L 가성소다용액 50mL와 0.1mol/L 류산용액 50mL를 섞었다.
혼합용액은 알카리성을 나타내겠는가 산성을 나타내겠는가?
혼합된 용액속의 매 이온의 몰농도는 얼마인가?
혼합용액의 밀도가 약 $1g/cm^3$이라면 혼합용액속의 류산나트리움의 %농도는 얼마인가?

**제대군인**

1. 다음의 물질들을 산성산화물, 염기성산화물, 산, 염기, 염, 단순물로 가르라. 여기에 소속되지 않는것은 어디에 소속시켜야 하는가?
$ZnO$, $C$, $H_2SO_4$, $O_2$, $MgCO_3$, $CO_2$, $CaCO_3$, $H_2CO_3$, $Na_2CO_3$, $CO$, $HCl$, $CuO$, $BaO$, $KOH$, $P$, $FeCO_3$, $Fe(OH)_3$, $Fe_2O_3$, $SO_2$, $NaHCO_3$
2. 전기음성도란 무엇이며 전기음성도가 큰 원소와 작은 원소들을 다섯가지이상 실례들어 쓰라.
3. 다음 용어들의 뜻을 쓰고 실례를 들어라.
동위원소, 동족체, 몰질량, 이온결합, 분해반응
4. 원자번호가 5, 7, 31, 33인 원소는 몇주기, 몇족의 어느 원소인가? 전자배치를 그리고 설명하여라.
5. 어떤 온도에서 소금의 용해도가 25g/(100g·물)이다. 용액의 %농도를 구하여라.
6. 0.2mol/L의 가성소다용액 400mL가 있다. 이 용액의 밀도가 $1.1g/cm^3$이라면 용액의 %농도는 얼마이겠는가?

**7.** 염기란 무엇이며 염기의 일반성질에 대하여 쓰라.

**8.** 탄소수가 6인 포화탄화수소의 이성체들을 쓰라.

**9.** 증류수를 얻기 위한 화학실험장치는 어떻게 구성되여있는가？

**10.** 다음의 변화를 화학방정식으로 나타내여라.

류황→이산화류황→삼산화류황→류산→류산나트리움

## 2007년

**중학교 및 1중학교**

**(제1안)**

**1.** 산에 대하여

1) 일반적성질을 쓰라.

2) 대표적인 산 2가지를 들고 그 특징에 대하여 쓰라.

3) 아래의 말가운데서 옳은것에 ○표식을, 그른것에 ×표식을 하고 근거를 쓰라.

① 분자에 O와 H를 가지고있는 물질은 산이다.

② 수용액에서 해리되여 양이온으로서 $H^+$이온을 내놓는 화합물은 산이다.

③ 수용액에서 해리되여 양이온으로서 H+이온만을 내놓는 화합물은 산이다.

④ 산은 항상 액체상태로 존재한다.

⑤ 수산화물은 산이 아니다.

**2.** 물음에 대답하여라.

1) 어떤 때에 염과 금속사이의 반응이 일어나겠는가? 실례로 되는 반응식을 쓰라.

2) 경수란 무엇인가?

3) 이온결합이란 무엇인가?

4) 전기음성도란 무엇인가?

5) 이성체란 무엇인가?

**3.** 이름표가 없는 4개의 병에 염산, 류산, 질산, 초산의 질은용액이 들어있다.

어떤 방법으로 간단히 알아볼수 있는가?

**4.** 파라데이법칙을 말하고 그것이 리용되는 실례를 들라.

5. 류산칼리움과 류산나트리움의 혼합물 24.5g이 들어있는 용액에 염화바리움용액을 충분히 작용시켜 침전물을 34.95g 얻었다. 혼합물속에 류산칼리움과 류산나트리움이 각각 몇g 들어있었겠는가?
6. 알카리금속의 일반적성질에 대하여 쓰라.
7. 멘델레에브원소주기법칙을 말하고 주기표에서 수산화물의 성질변화에 대하여 쓰라.
8. $C_4$인 알콜의 이성체의 구조식들을 쓰라.
9. 선철과 강철을 생산하는 원리에 대하여 설명하여라.

(제2안)

1. 염기에 대하여
   1) 일반성질을 쓰라.
   2) 대표적인 염기 2가지를 들고 그 특징에 대하여 쓰라.
   3) 아래의 말가운데서 옳은것에 ◯표식을, 그른것에 ×표식을 하고 근거를 쓰라.
      ① 분자에 O와 H를 가지고있는 물질은 염기일수 있다.
      ② 수용액에서 해리되여 음이온으로서 $OH^-$이온을 내놓는 화합물은 염기이다.
      ③ 수용액에서 해리되여 음이온으로서 $OH^-$이온만을 내놓는 화합물은 염기이다.
      ④ 염기는 항상 액체상태로 존재한다.
      ⑤ 수산화물은 다 염기이다.
2. 물음에 대답하여라.
   1) 어떤 경우에 염과 염사이에 반응이 일어나겠는가?
   2) 연수란 무엇인가?
   3) 금속결합이란 무엇인가?
   4) 산화수란 무엇인가?
   5) 동소체란 무엇인가?
3. 이름표가 없는 4개의 시약병에 류산, 염산, 질산, 파석이 들어있다. 어떻게 하여야 어느 병에 어느 물질이 들어있는가를 알아낼 수 있겠는가?
4. 아보가드로의 법칙을 말하고 그것이 리용되는 실례를 들라.
5. 탄산나트리움결정($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$)을 완전히 반응시키는데 4.5%

류산용액( $\rho$ =1.03g/cm$^3$) 몇mL가 필요한가? 생긴 탄산가스의 체적은 20℃, 0.1MPa의 조건에서 몇L이겠는가?

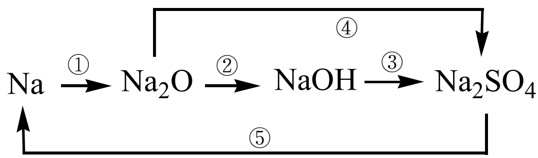
6. 할로겐족원소의 일반성질에 대하여 쓰라.
7. 멘델레예브원소주기법칙을 말하고 주기표에서 단순물의 성질변화에 대하여 쓰라.
8. $C_4$인 알데히드의 이성체의 구조식들을 쓰라.
9. 마그네샤크링카와 세멘트생산원리에 대하여 설명하여라.

**제대군인**

1. 간단히 쓰라.
   분해, 염기성산화물, 몰체적, 멘델레예브원소주기법칙, 알카리
2. 다음 물질들의 화학식 또는 이름을 쓰고 산화물을 지적하여라.
   수소, 철, 산화동, 질산, 수산화칼시움, 류산나트리움, 암모니아, 산화칼리움, 류황, 가성소다
   $O_2$, Zn, PbO, $H_2SO_4$, $Mg(OH)_2$, $FeCl_3$, $Ca(HCO_3)_2$, $SiO_2$, P, $CH_3COOH$
3. 산의 일반성질을 쓰라.
4. 방온도에서 물 10g에는 질산칼리움이 최대한 3.16g 용해된다. 이 온도에서 질산칼리움의 용해도는 얼마이며 질산칼리움포화용액의 %농도는 얼마인가?
5. 물 27g속에는 물분자가 몇개 들어있는가?
6. 원자번호가 8, 19번인 원소들은 몇주기, 몇족의 원소들인가. 또 제3주기 17족원소의 원자번호는 얼마인가? 전자배치로 설명하여라.
7. 다음과 같은 화학방정식의 결수를 맞추고 산화수변화, 전자이동, 산화와 환원, 산화제와 환원제를 밝히여라.

$$Fe_2O_3+H_2 \rightarrow Fe+H_2O$$

8. 다음의 변화를 화학방정식으로 나타내여라.




9. 0.5L의 소금용액에 소금이 5g 용해되여있다면 이 용액의 몰농도

는 얼마이겠는가?

10. 마그네사이트 4.2g을 분해하여 표준조건에서 탄산가스 1.06L를 얻었다면 마그네사이트에 $MgCO_3$이 몇% 들어있는가?

## 2008년

### 중학교 및 1중학교

(제1안)

1. 다음 물질들을 물질의 분류체계에 따라 분류하여라.
$CuSO_4$, ZnO, NaOH, HCl, $MgCl_2$, $SO_2$, KOH, $WO_3$, Fe, $KNO_3$, $Na_2CO_3$, $CO_2$, $H_2SO_4$, CO, $Br_2$, Hg
2. 다음 변화를 화학방정식으로 나타내고 왜 그렇게 되는가를 설명하여라.
$Al \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \rightleftharpoons Al(OH)_3 \rightarrow NaAlO_2$
3. 원소주기표에서 17족원소들의 성질이 원자번호가 커감에 따라 어떻게 변하는가를 설명하여라.
4. 탄소수가 5개인 포화1가1급알콜의 이성체들의 구조와 그 이름을 쓰라.
5. 농도가 1mol/L인 류산암모니움용액 50mL를 만드는데 필요한 시약의 량과 실험기구, 실험과정을 쓰라.
6. 공장에서 카바이드를 어떻게 만드는가? 카바이드는 어디에 쓰이는가?
7. 파라데이법칙을 말하고 파라데이상수와 전자의 전기량과의 관계를 설명하여라.
8. 다음 계산문제를 풀어라.
류산칼리움과 류산나트리움의 혼합물 24.5g이 들어있는 용액에 염화바리움용액을 충분히 작용시켜 침전물을 35.96g 얻었다. 혼합물속에 류산칼리움과 류산나트리움이 각각 몇g 들어있는가?
9. 다음 개념들을 설명하여라.
콜로이드용액, 전기음성도, 화학반응속도, 동소체, 활성화에네르기
10. 원자번호가 20, 34, 56번인 원소들의 전자배치를 그리고 어느 주기, 어느 족, 무슨 원소인지 지적하여라.

(제2안)

1. 다음 물질들을 물질의 분류체계에 따라 분류하여라.
$Na_2SO_4$, $Al_2O_3$, $Cu(OH)_2$, HF, $CaCl_2$, $CO_2$, NaOH, FeO, Ni, KCl, $CaCO_3$, $SO_2$, $H_2CO_3$, CO, $I_2$, Ag
2. 다음 변화를 화학방정식으로 나타내고 왜 그렇게 되는가를 설명하여라.

$$Zn \rightarrow ZnO \rightarrow ZnCl_2 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Na_2ZnO_2$$

3. 원소주기표에서 산소족원소들의 성질이 원자번호가 커감에 따라 어떻게 변하는가를 설명하여라.
4. 탄소수가 5개인 포화1가2급알콜의 이성체들의 구조식과 그 이름을 쓰라.
5. 농도가 1mol/L인 류산아연용액 50mL를 만드는데 필요한 시약의 량과 실험기구, 실험과정을 쓰라.
6. 공장에서 마그네샤크링카를 어떻게 만드는가. 마그네샤크링카는 어디에 쓰이는가?
7. 아보가드로의 법칙을 말하고 아보가드로수와 분자 1개의 질량사이의 관계를 설명하여라.
8. 다음 계산문제를 풀어라.
탄산나트리움결정($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$) 50g을 완전히 반응시키는데 4.5% 류산용액($\rho$=1.03g/$cm^3$)이 몇mL 필요한가? 생긴 탄산가스의 체적은 25℃, 0.1MPa인 조건에서 몇L이겠는가?
9. 다음 개념들을 설명하여라.
전해질용액, 산화수, 화학평형, 동위체, 촉매
10. 원자번호가 19, 31, 52번인 원소들의 전자배치를 그리고 어느 주기, 어느 족, 무슨 원소인지 지적하여라.

## 2009년

(제1안)

1. 아연, 묽은 류산, 수산화동을 가지고 동을 만드는 서로 다른 2가지 방법을 화학방정식으로 쓰라.
2. 선철이란 무엇이며 그것을 만드는 원리를 말하고 이 과정에 일어

나는 화학반응을 단계별로 화학방정식으로 쓰라.

3. 제2, 3주기원소들의 최대산화수에 해당하는 수산화물의 화학식들을 쓰고 성질변화에 대하여 밝히여라.

4. 다음의 이온방정식들에서 옳은것은 ○, 틀린것은 ×로 표시하고 틀린것을 바로 고치여라.

① 초산과 수산화칼리움용액과의 반응 $H^+ + OH^- = H_2O$

② 탄산수소칼시움과 염산과의 반응

$$Ca(HCO_3)_2 + 2H^+ = Ca^{2+} + 2CO_2 + 2H_2O$$

③ 탄산동과 류산과의 반응 $CO_3^{2-} + H^+ = CO_2\uparrow + H_2O$

④ 류산니켈(Ⅱ)용액과 가성소다용액과의 반응

$$Ni^{2+} + 2OH^- = Ni(OH)_2$$

⑤ 질산은용액과 동과의 반응 $Ag^+ + Cu = Ag + Cu^{2+}$

5. 칼리움 19.5g을 물과 반응시켜 500g의 수산화칼리움용액을 얻었다.

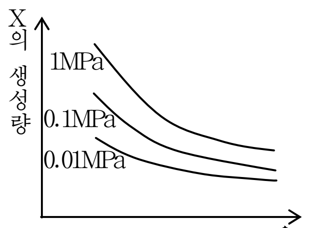
① 처음에 물이 몇g 있었는가?

② 얻어진 수산화칼리움용액의 %농도는 얼마인가?

③ 이 용액을 완전히 중화시키는데 2mol/L 염산이 몇mol 필요한가?(원자량 K-39, O-16, Cl-35.5, H-1)

6. 탄소수가 6개인 메탄동족체의 가능한 이성체들의 구조식을 쓰고 일반이름을 부르라.

7. 다음의 그림은 기체반응 $aY \rightleftharpoons BX$에서 온도와 압력에 따르는 생성물 X의 변화량을 보여준다.




① 정반응은 발열반응인가 흡열반응인가?

그 리유를 쓰라.

② 결수 a와 b가운데서 어느것이 더 큰가?

그 리유를 쓰라.

③ 반응그릇의 체적이 VL이고 그속에 Y가 Zmol, X가 Dmol 들어있어 평형에 이르렀다면 평형상수식은 어떻게 표시되겠는가?

(제2안)

1. 마그네시움, 묽은 류산, 수산화아연을 가지고 아연을 만드는 서로 다른 2가지 방법을 화학방정식으로 쓰라.
2. 강철이란 무엇이며 그것을 만드는 원리를 말하고 그 과정에 일어나는 화학반응을 단계별로 화학방정식으로 쓰라.
3. 제2, 3주기원소들의 최대산화수에 해당한 산화물의 화학식들을 쓰고 성질변화에 대하여 밝히여라.
4. 다음의 이온방정식들에서 옳은것은 ○, 틀린것은 ×로 표시하고 틀린것을 바로 고치여라.

① 시안화수소산과 가성소다용액과의 반응 $H^+ + OH^- = H_2O$

② 탄산수소나트리움과 류산과의 반응

$$NaHCO_3 + H^+ = Na^+ + CO_2\uparrow + H_2O$$

③ 탄산칼시움과 염산과의 반응 $CO_3^{2-} + H^+ = CO_2\uparrow + H_2O$

④ 류산동용액과 수산화칼리움용액과의 반응

$$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow$$

⑤ 류산철(Ⅲ)용액과 아연과의 반응 $Fe^{3+} + Zn = Fe + Zn^{2+}$

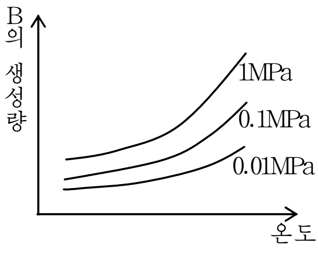
5. 나트리움 16.5g을 물과 반응시켜 200g의 수산화나트리움용액을 얻었다.

① 처음에 물이 몇g 있었는가?

② 얻어진 수산화나트리움용액의 %농도는 얼마인가?

③ 이 용액을 완전히 중화시키는데 1mol/L 류산이 몇L 필요한가?(원자량 Na-23, O-16, S-32, H-1)

6. 탄소수가 5개인 에틸렌동족체의 가능한 이성체들의 구조식을 쓰고 일반이름을 부르라.
7. 다음의 그림은 기체반응 $aA \rightleftharpoons bB$ 에서 온도와 압력에 따르는 생성물 B의 변화량을 보여준다.




① 정반응은 발열반응인가 흡열반응인가?

② 결수 a와 b가운데서 어느것이 더 큰가? 그 리유를 쓰라.

③ 반응그릇의 체적이 YL이고 그속에 A가 $x$mol, B가 $y$mol 들어있어 평형에 이르렀다면 평형상수식은 어떻게 표시되겠는가?

## 2010년

### (제1안)

1. 물음에 간단히 대답하여라.
   ① 마그네시움을 연소시키면 흰 가루인 산화마그네시움이 생긴다. 이 물질은 마그네시움보다 질량이 큰가 작은가? 왜 그런가?
   ② C와 $H_2O$와의 반응에서 산화제는 어느것이고 어느것이 환원되였는가?
   ③ 온도를 높일 때와 압력을 높일 때 기체의 용해도는 각각 어떻게 변하는가?
   ④ 식물뿌리는 질소와 린을 어떤 형태로 흡수하는가?
   ⑤ 전기적양성이란 무엇이며 Cl원소와 Na원소중에서 어느것이 양성원소인가?
2. 염기성산화물의 화학성질을 례들어 쓰라.
3. 반응 $2NO_{(기)} + O_{2(기)} \rightleftharpoons 2NO_{2(기)}$; -113kJ이 평형에 도달했다. 아래의 변화를 줄 때 평형은 어느쪽으로 이동하겠는가? 《오른쪽》, 《왼쪽》, 《이동하지 않는다.》로 밝히고 리유를 써라.
   ㄱ) 압력을 높인다.
   ㄴ) $O_2$의 농도를 크게 한다.
   ㄷ) $NO_2$의 농도를 작게 한다.
   ㄹ) 온도를 높인다.
   ㅁ) 그릇의 체적을 10배로 크게 한다.
4. 생석회와 무연탄으로부터 클로로프렌고무를 만드는 과정의 반응식들을 쓰라.
5. 손칼을 니켈도금하려고 한다.
   ① 니켈판을 전원의 어느 극에 련결해야 하는가?
   ② 산화반응이 일어나는 곳은 어느 극인가?
   ③ 도금과정에 전해질용액의 농도는 어떻게 되는가? 왜 그런가?
   ④ 전자는 어디에서 어디로 이동하는가?
6. $Ca(OH)_2$이 7.4g 들어있는 수용액에 $CO_2$이 39.2% 들어있는 기체혼합물 8L(표준조건)를 통과시켰다. $CO_2$이 완전히 반응한다면 생겨난 침전물의 질량은 얼마이겠는가?(원자량 Ca-40, O-16, N-14, C-12)

7. 같은 질량의 CuO와 MgO가루를 각각 같은 체적의 질산에 완전히 용해시켜 얻은 $Cu(NO_3)_2$용액과 $Mg(NO_3)_2$용액의 농도는 각각 amol/L, bmol/L였다.
a와 b의 관계를 아래에서 선택하여라. 가루가 용해될 때 체적변화는 없다.(원자량 Cu-64, Mg-24, O-16, N-14, 계산과정을 반드시 쓸것)
ㄱ) a=b　ㄴ) a=2b　ㄷ) 2a=b　ㄹ) a=5b　ㅁ) a=7b

**(제2안)**

1. 물음에 간단히 대답하여라.
① 불이 붙으려면 어떤 조건이 마련되여야 하는가?
② $Fe_2O_3$과 Al과의 반응에서 환원제는 어느것이고 어느것이 산화되였는가?
③ 고체를 빨리 용해시키려면 어떻게 해야 하는가?
④ 비료를 칠 때 류안이나 질안을 소석회와 섞어치면 좋은가 나쁜가? 왜 그런가?
⑤ 전기적음성이란 무엇이며 F원소와 K원소중에서 어느것이 음성원소인가?
2. 산성산화물의 화학성질을 례들어 써라.
3. 반응 $CO_{(기)} + NO_{2(기)} \rightleftharpoons CO_{2(기)} + NO_{(기)}$; -226kJ이 평형에 도달했다. 아래의 변화를 줄 때 평형은 어느쪽으로 이동하겠는가? 《오른쪽》, 《왼쪽》, 《이동하지 않는다.》로 밝히고 리유를 써라.
ㄱ) 온도를 높인다.
ㄴ) 그릇의 체적을 10배로 크게 한다.
ㄷ) $CO_2$의 농도를 작게 한다.
ㄹ) $NO_2$의 농도를 작게 한다.
ㅁ) 압력을 높인다.
4. 카바이드로부터 초산에틸에스테르를 만드는 과정의 반응식들을 쓰라.
5. 손칼을 동도금하려고 한다.
① 전해액은 무엇을 써야 하며 손칼은 어느 극에 걸어야 하는가?
② 도금과정에 양극, 음극의 질량은 어떻게 변하는가?

③ 두 극에서 일어나는 전극반응식을 써라.

④ 용액속에서 전류는 어느 극에서 어느 극으로 흐르는가?

**6.** 산화칼시움가루를 물에 용해시켜 1L로 만들고 그 수용액 100mL를 중화하는데 0.1mol/L 염산 10mL가 들었다.
용해시킨 산화칼시움의 질량은 몇g인가?(원자량 Ca-40, O-16, H-1, Cl-35.5)

**7.** 세가지 염들인 류산칼리움 $K_2SO_4$, 류산알루미니움 $Al_2(SO_4)_3$, 칼리움알루미니움명반 $KAl(SO_4)_2$을 류산산성으로 한 물에 용해시켰는데 얻어진 용액에서 $SO_4^{2-}$의 농도는 0.15mol/L, $Al^{3+}$의 농도는 0.05mol/L, $H^+$의 농도는 0.1mol/L였다.
그 용액에서 $K^+$의 몰농도를 아래에서 선택하여라.
$KAl(SO_4)_2$은 다음과 같은 성분이온들로 완전히 해리된다.

$$KAl(SO_4)_2 = K^+ + Al^{3+} + 2SO_4^{2-}$$

(계산과정을 반드시 쓸것)

ㄱ) 0.045mol/L　ㄴ) 0.035mol/L　ㄷ) 0.05mol/L
ㄹ) 0.04mol/L　ㅁ) 0.1mol/L


**중학교 학생들을 위한 화학학습참고서**
**5판**

**집필** 부교수 안원국, 부교수 전유철, 부교수 오혜심, 부교수 조경국, 김천수
**심사** 부교수 강영백, 부교수 로룡택, 부교수 리동숙, 리대형
**편집** 김미란
**콤퓨터편성** 김철호, 김미란
**장정** 류명심
**교정** 리분희
**낸곳** 교육도서출판사
**인쇄소** 평양고등교육도서인쇄공장
**4판발행** 주체98(2009)년 6월 22일
**5판인쇄** 주체100(2011)년 6월 14일
**5판발행** 주체100(2011)년 6월 24일

교-10-694　10 000부　값 700원